SKALA DLA NOWYCH FAL



ROK V KWIECIEŃ 1950 R. NR 4

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 100 zł.

TREŚĆ NUMERU:

L. Kobylański

RADIO

MIESIĘCZNIK DLA TECHNIKÓW I AMATORÓW

Rok V Kwiecień 1950 Nr 4

Z kraju i zagranicy

Działalność Państwowego Przedsiębiorstwa Radiofonizacji Kraju

Od stycznia 1950 r. działa Państwowe Przedsiębiorstwo Radiofonizacji Kraju, któremu podlegają dwie Dyrekcje — Radiofonii Przewodowej oraz Radiowych Urządzeń Odbiorczych.

Do zadań przedsiębiorstwa należy przede wszystkim zakładanie i eksploatacja urządzeń odbiorczych. W chwili obecnej prowadzona jest rozbudowa sieci radiowęzłów, które obsługują głośniki mieszkaniowe. Celem uzyskania jak najlepszego odbioru audycji instalowane są nowe typy wzmacniaków; w mieszkaniach abonentów zaś głośniki magnetyczne zastępowane są głośnikami dynamicznymi. Zmiany te przyczynią się do polepszenia jakości odbieranej muzyki i mowy.

W planach radiofonii przewodowej przewidziana jest budowa radiowęzłów wieloprogramowych. Przez przestawienie regulatora zainstalowanego przy głośniku abonent będzie mógł dowolnie wybierać jedną z kilku audycji przesyłanych przewodami przez radiowęzeł.

Dyrekcja Radiowych Urządzeń Odbiorczych P. P. R. K. zajmuje się zakładaniem lokalnych urządzeń radiowych w szkołach, świetlicach, szpitalach, gospodarstwach rolnych, zakładach przemysłowych itp. Są to silne aparaty radiowe, obsługujące wiele głośników mieszkaniowych, zainstalowanych na terenie jednego lub kilku budynków.

W trosce o zaspokojenie potrzeb szerokich rzesz radiosłuchaczy rozpoczęto organizowanie Stacji Obsługi Radiowej, które prowadzą naprawę sprzętu odbiorczego. Na terenie kraju działa obecnie około 20 takich warsztatów. W ciągu roku liczba ich wzrośnie do 150. Świat pracy uniknie wówczas konieczności korzystania z drogich napraw dokonywanych przez prywatne warsztaty radiotechniczne.

Do zakresu działania P. P. R. K. należy również megafonizacja wszelkiego rodzaju imprez masowych — wieców, masówek, pochodów, akademii, wystaw, targów itp. oraz imprez o dużym znaczeniu politycznym, gospodarczym i społecznym. Służą do tego wzmocnienia ruchome, które likwiduje się po odbytej imprezie. Prócz tego megafonizowane są na stałe zakłady przemysłowe, dworce kolejowe itp.

Działalność Polskiego Radia

Z notatki w Nr. 3/1950 o Państwowym Przedsiębiorstwie Radiofonizacji Kraju nikt nie wyciągnie, mamy nadzieję, błędnych wniosków o działalności Polskiego Radia. Pisaliśmy tam, że „Polskie Radio zajmuje się wyłącznie przygotowaniem i wykonaniem programu oraz eksploatacją sieci stacji nadawczych". Oczywiście działalność obu wielkich zespołów C.U.R.-u została wyraźnie rozgraniczona, ale godzi się podkreślić, że Polskie Radio wykazuje ożywioną działalność twórczą w zakresie inwestycji. Projektuje mianowicie i buduje stale nowe Rozgłośnie i Radiostacje, modernizując sprzęt i prowadzi prace badawcze w wielu dziedzinach radiofonii, prace zakrojone na dużą miarę w wielkich ramach Planu Sześcioletniego.

Szkolenie Radiotechników

Państwowe Przedsiębiorstwo Radiofonizacji Kraju prowadzi na szeroką skalę szkolenie zawodowe swych pracowników. W marcu otwarty został we Wrocławiu Centralny Ośrodek Dokształcania Zawodowego. Prócz tego zorganizowany zostanie Ośrodek Szkoleniowy P. P. R. K. przy Zakładzie Doskonalenia Rzemiosła w Szczecinie.

Ośrodek wrocławski ma za zadanie szkolenie zawodowe i ideologiczne kierowników radiowęzłów, techników i monterów. Wykładowcami są profesorowie Politechniki Wrocławskiej oraz inżynierowie fachowcy. W kwietniu zakończony został pierwszy ogólnopolski kurs techników radiowych, zorganizowanych w Centralnym Ośrodku Dokształcania Zawodowego we Wrocławiu. Trzech najlepszych absolwentów otrzymało cenne nagrody. Absolwenci kursu powzięli uchwałę, w której zobowiązali się m. in. przyśpieszyć wykonanie planu budowy linii radiofonizacyj-

nych w ramach zobowiązań poszczególnych dyrekcji, wykonując całoroczny plan do 31 października br., pogłębiać w dalszym ciągu swoje wiadomości fachowe drogą samokształcenia oraz doszkalać podległych sobie pracowników.

W ramach sześcioletniego planu przeszkoleni będą w Ośrodkach P. P. R. K. wszyscy jego pracownicy. Na uwagę zasługuje fakt że ogromna większość radiotechników rekrutuje się z młodzieży wiejskiej oraz robotniczej.

Radio na XXIII Międzynarodowych Targach Poznańskich

Na odbywających się w dniach od 29 kwietnia do 14 maja br. XXIII Międzynarodowych Targach Poznańskich stoisko swoje urządziły również Polskie Radio i Państwowe Przedsiębiorstwo Radiofonizacji Kraju. Eksponaty, obrazujące dorobek radiofonii polskiej umieszczone zostały w pawilonie należącym do działu kultury i sztuki. PPRK zainstalowało radiowęzeł, obsługujący megafony założone na terenie wystawy. W tym samym budynku gdzie pracował radiowęzeł, znalazło pomieszczenie studio radiowe, z którego nadawane będą specjalne audycje informacyjne oraz muzyka.

Niezależnie od ekspozycji problemowej przedstawiającej osiągnięcia radia w dziedzinie technicznej i programowej Zarząd Okręgowy Społecznego Komitetu Radiofonizacji Kraju w Poznaniu zorganizował we własnym lokalu „Wystawę Radiową". Pokazano na niej zwiedzającym nowoczesne urządzenia radiowe, rodzaje sprzętu używane przy radiofonizacji oraz ilustracje obrazujące zagadnienia radiowe.

„ABC Radioamatora"

Nakładem Biura Wydawnictw i Propagandy Polskiego Radia ukazała się książka inż. Czesława Klimczewskiego pt. „ABC Radioamatora". W sposób przystępny zostały w niej wyjaśnione podstawy fizyczne radia oraz zagadnienia z dziedziny radiotechniki. Tekst ilustrowany jest pomysłowymi rysunkami, obrazującymi działanie urządzeń radiowych. Cena książki 650 zł. Do nabycia we wszystkich księgarniach.

Radio na usługach ludzkości

W popularno-naukowej serii Biblioteki Żołnierza ukazała się jako jej tomik 10 praca uczonego radzieckiego prof. N. Małowa „Radio na usługach ludzkości" (Wyd. Prasa Wojskowa, tłum. H. Sacharewicz, str. 104, zł. 115). Autor wyjaśnia w sposób przystępny nie tylko podstawowe prawa fizyczne, leżące u podstaw tego epokowego wynalazku, ale również jego historię i wszechstronne zastosowanie, aż do radaru włącznie.

Katastrofa »Titanica« 1912 roku

15 kwietnia minęło 38 lat od czasu pamiętnej katastrofy największego ówczesnego okrętu pasażerskiego, podczas jego pierwszego rejsu z Southampton do Nowego Jorku. Katastrofa ta poruszyła cały świat cywilizowany i wykazała nieodzowność stosowania radia na okrętach. 711 osób zawdzięczało życie temu, że zaalarmowane okręty pośpieszyły z pomocą i wyratowały rozbitków. Więcej ludzi nie ocaliło się tylko dlatego, że przestarzałe przepisy angielskie wymagały zabierania łodzi ratunkowych tylko dla jednej trzeciej przewożonych osób.

Titanic miał pojemność 46.000 ton, długość 260 metrów, 900 osób załogi i 1300 pasażerów. 14 kwietnia kapitan okrętu został uprzedzony, że w pobliżu pojawiły się góry lodowe. Mimo tego ostrzeżenia, kurs statku nie został zmieniony. Prawie o północy 14 kwietnia dostrzeżono w odległości 500 metrów potężną górę lodową, 30 metrów wysoką. Mimo manewrowania sterem i maszynami, dziób statku uderzył w skałę lodową i woda wdarła się do wnętrza. Statek zaczął tonąć.

Titanic posiadał silną stację iskrową. Sygnały tej stacji zostały usłyszane przez kilka znajdujących się stosunkowo blisko okrętów, które pospieszyły z pomocą. Żaden z nich jednak nie zdążył na miejsce przed godziną 2,20, kiedy okręt zatonął. Radiooperatorzy do ostatniej chwili utrzymywali łączność i zginęli na posterunku.

Tragedia Titanica spowodowała zwołanie już w lipcu 1912 roku Konferencji międzynarodowej, na której postanowiono, że wszystkie okręty powyżej 1500 ton wyporności musiały posiadać aparaturę iskrową, jak wówczas słusznie nazywano. Data ta stanowi punkt zwrotny w rozpowszechnieniu radia dla nawigacji morskiej.

»Ultrafax«

Jest to nazwa systemu radiowego przesyłania odbitek dokumentów. Próby z dobrymi wynikami przeprowadzono 24.X.1948 r. przesyłając w ciągu 2 minut 21 sekund 1027 stronic znanej powieści „Przeminęło z wiatrem" na odległość 5 kilometrów. Na stacji odbiorczej otrzymano film, który mógł służyć do projektowania na wielki ekran lub do wykonywania kopii każdej stronicy. Jest to system „facsimile" o szybkości znacznie większej niż uzyskane dotąd, dochodzącej do 7 stron na sekundę.

Współpracujący technicy RCA, NBC i f-my Kodak stworzyli kombinację procesów telewizyjnych i procesów fotograficznych, używanych przy produkcji mikrofilmów. Stosunkowo łatwą sprawą było po stronie nadawczej filmowanie stronic książki i bardzo szybkie wywoływanie tego mikrofilmu, a następnie nadawanie go przy pomocy kamery telewizyjnej. O wiele trudniejsze jest ponowne filmowanie obrazów, szybko przesuwających się po ekranie odbiornika. Obrazy te dość ciemne i szybko znikające dają zbyt mało energii świetlnej, aby podziałać na emulsję fotograficzną.

Problem ten rozwiązano w okresie rozwoju techniki radarowej, lecz wyglądał on tam nieco inaczej. Obraz uzyskany na ekranie radaru trzeba było rzucić na duży ekran, aby personel obrony przeciwlotniczej łatwiej mógł studiować drogę i położenie nieprzyjacielskich samolotów. Obiektyw fotograficzny projektował obraz z ekranu radarowego na rolkę fotograficzną. Rolka rozwijająca się w poziomej płaszczyźnie tworzy dno małego naczynia, do którego na bardzo krótkie okresy czasu wpryskuje się kąpiele wywołujące, utrwalające i obmywające, usuwane przez pompę próżniową. Film osusza się powietrzem zasysanym przez pompę próżniową. Po zakończeniu tych procesów film przesuwa się o 30 mm dostając się przed obiektyw aparatu projekcyjnego, który rzuca obraz na duży ekran. Wałeczek rozrządowy kieruje tymi różnymi operacjami i opóźnienie pomiędzy rejestracją obrazu przez radar, a jego projekcją na ekran wynosi zaledwie 15 sekund, tyle prawie, ile trwa obrót anteny radarowej. Pomysłowość polega głównie na przyspieszeniu wykonania filmu.

W innej metodzie zamiast filmowania obrazu na ekranie lampy pozwala się promieniowi elektronowemu oddziaływać bezpośrednio na film umieszczony wewnątrz lampy. Metodę tę rozpracowano w Szwecji przy okazji pomiarów zmienności atmosferycznego pola elektrostatycznego przy uderzeniu pioruna. Promienie elektronowe działają na kliszę podobnie jak promienie rentgenowskie.

W systemie tym występują jednak znaczne trudności. Nie można przede wszystkim umieszczać wewnątrz lampy kompletnego urządzenia do obracania rolki. Prócz tego wilgoć zawarta w zwykłej emulsji fotograficznej psuje próżnię w lampie i wyzwolone cząsteczki przeszkadzają elektronom budować obraz.

System ten, w tej chwili jeszcze w stadium eksperymentu pozwoli według opinii wynalazców na przekazywanie miliona słów na minutę.

Ultrafax, który jest cudem techniki fotograficznej otwiera nowe perspektywy superszybkiej transmisji facsimile dokumentów, gazet, map, fotografii, szyfru itd., a także transmisji filmów na odległość i projekcji ich na ekrany kinowe.

Wynalazek ten stanowi również częściowe rozwiązanie problemu telewizji wielkoekranowej.

Naprawa i strojenie odbiorników (VI)

Sprzężenia i oscylacje w stopniach wielkiej i pośredniej częstotliwości

Stopnie wielkiej i pośredniej częstotliwości są z natury rzeczy podatne na wszelkiego rodzaju oscylacje. Wiemy dobrze, że wzmocnienie na tych częstotliwościach jest możliwe tylko przy użyciu pentod ekranowych, które mają bardzo małą pojemność anoda - siatka. Pojemność ta jest w lampach nowoczesnych rzędu pięciu tysięcznych pikofarada, a nawet mniej. Pojemność o tak znikomej wartości zabezpiecza od oscylacji wzmacniacze nawet fal krótkich, ale trzeba pilnować, aby pojemności układu, a więc przewodów, części itp. nie zwiększyły jej tak dalece, żeby drgania stały się możliwe. Jak niewiele potrzeba do tego, dowodzi łatwe przeliczenie. Jeśli obwód siatkowy i anodowy są dostrojone do tej samej częstotliwości, wówczas największe możliwe wzmocnienie, bez oscylacji, wyraża się prostym wzorem

$$V_{max} = \frac{330000_s}{C_{sa} \cdot f \cdot Z}$$

gdzie C jest to pojemność siatka - anoda w pikofaradach, f — częstotliwość w k/cs i Z_s — zawada obwodu siatkowego przy rezonansie w KΩ. Jeśli więc wzmocnienie stopnia wynosi np. 100, zawada obwodu siatkowego 100 KΩ przy częstotliwości f 1000 kc/s (fala 300 m), to wówczas największa dopuszczalna pojemność siatka - anoda wyniesie

$$C = \frac{330\,000}{100 \,.\, 1000 \,.\, 100} = 0{,}033 pF$$

Podana wyżej pojemność siatka - anoda rzędu 0,005 pF zabezpiecza dostatecznie od drgań. Na falach krótkich rośnie co prawda f, ale jednocześnie spada zawada rezonansowa Z_s, tak że wzmocnienie jest zawsze jeszcze możliwe.

Bardzo łatwo jest jednak o to, aby pojemność siatka - anoda powiększyć przekraczając podane wyżej orientacyjne granice. Pojemność mianowicie dwóch przewodów Φ 1 mm biegnących równolegle na odległości np. 2 cm, wynosi około 10 pikofaradów na metr. Wystarczy więc, aby przewody anodowy i siatkowy biegły koło siebie na przestrzeni jednego centymetra, a już sprzężenie między obwodem anodowym i siatkowym będzie dostateczne i mogą powstać i utrzymać się oscylacje.

Drugim rodzajem sprzężenia, które zdolne jest utrzymać drgania, jest sprzężenie magnetyczne między obwodami siatkowymi i anodowymi.

Oscylacje w stopniach wielkiej częstotliwości można wykryć przez obserwację gwizdów, zwłaszcza przy przestrajaniu z jednej stacji na drugą. W aparatach dwuobwodowych starszego typu, gdzie wzmocnienie regulowane jest zmiennym oporem w katodzie pierwszej lampy o zmiennym nachyleniu, można przeważnie doprowadzić do ich ustania wraz ze zmniejszeniem wzmocnienia. Wtedy, na tym „progu" wzbudzenia oscylacji najłatwiej szukać środków do ich zupełnego usunięcia. Trzeba więc sprawdzić czy nie ma przewodów, które przechodzą zbyt blisko siebie a należą do oddzielnych stopni. Jeżeli tak jest, należy je należycie rozdzielić oraz ewentualnie zaekranować. Zwłaszcza przewody prowadzące do przełączników falowych łatwo mogą, przy okazji jakiś uprzednich, powiedzmy, przeróbek czy reperacji, zostać poprowadzone nieprawidłowo. Również ich odekranowania mogą np. przy takiej okazji stracić kontakt z masą, co powoduje, że ekran zamiast zmniejszać wzajemną pojemność, wydatnie ją zwiększa.

Inspekcji przy takiej okazji wymaga również przełącznik falowy i jego odekranowanie. Dalej, kubki ekranujące obwody siatkowy i anodowy. Niebezpieczny jest również, często dość długi, przewód do kondensatora reakcyjnego. Przewód ten w odbiornikach dwuobwodowych, t. zw. ze stopniem w. cz., musi być starannie zaekranowany. Resztki w. cz. po detekcji powinny być dobrze wyfiltrowane, tak aby nie rozchodziły się dalej po odbiorniku. Jako próba, a często i rozwiązanie, może służyć zablokowanie siatki lampy małej częstotliwości lub głośnikowej kondensatorkiem np. 100 pF, lub też wstawienie w szereg do siatki oporu, wartość którego może się mieścić od 100 Ω aż do nawet 100.000 Ω, zależnie od potrzeby, możliwości jak i skutków, zarówno dobrych (ustanie drgań), jak i złych (obcięcie wysokich tonów).

Są jeszcze inne rodzaje sprzężenia, zdolne spowodować drgania. Przede wszystkim poprzez wspólną zawadę źródła, o której decyduje drugi kondensator elektrolityczny. Nie stanowi on jednak czasem tak małej oporności dla wielkiej częstotliwości, jakby to wynikało z jego pojemności nominalnej. Dlatego też niektóre aparaty mają równolegle do tegoż elektrolitu dodatkowo kondensator papierowy o pojemności około 0,1 μF. My również możemy spróbować tego sposobu, przy czym położenie tego kondensatora gra czasem pewną rolę. Należy więc umieścić go blisko podejrzanego miejsca drgań. Jeszcze lepiej może taki kondensator zadziałać, gdy w szereg włączymy niewielki opór, rzędu 5 KΩ, tworząc w ten sposób typową komórkę odprzężenia.

Jeśli mamy do czynienia z superheterodyną, okazję do sprzężeń daje układ automatyki, obejmujący dwie, trzy, a czasem nawet i cztery lam-

py. Im więcej jest stopni, tym łatwiej mogą tą drogą przedostawać się wzajemnie niepożądane prądy rozmaitych częstotliwości. Tutaj nie ma jednak trudności z odprzężeniami, ponieważ opory i pojemności tam używane są bardzo wysokie i dają znaczny stopień filtracji. Jednak często w superach obwód wstępny oraz obwód siatkowy lampy pośredniej częstotliwości nie są odprzężone lecz pobierają napięcie automatyki z jednego i tego samego kondensatora. Jeśli więc pojawią się oscylacje na zakresie częstotliwości, dość zbliżonym do częstotliwości pośredniej, należy ten punkt zbadać dokładnie i w razie potrzeby dołożyć dodatkowy stopień odprzężenia na pierwszą lampę, złożony z oporu np. 0,1 MΩ i kondensatora 0,1 μF. Zakresy na których te wypadki mogą się zdarzyć to najdłuższe fale zakresu średniego (dla częstotliwości pośredniej około 470 kc/s), względnie najdłuższe fale długie (dla 128 kc/s). Trzeba również pamiętać o tym, że opory automatyki znajdują się w siatkach lamp, a więc nie powinny z drugiej strony być zbyt wielkie. Zestarzałe opory mogą z wiekiem powiększyć swą oporność, należy więc tę rzecz sprawdzić, zaś podejrzane oporki wymienić.

Jeśli odbiornik długi czas pracuje dobrze, zaś w pewnej chwili objawia drgania, to powodem może być obluzowanie połączeń z masą różnych kondensatorów odprzęgających. Często bowiem połączenia z masą są dolutowane do końcówek zanitowanych do blachy chassis. Zanitowanie końcówki może z czasem zawieść na skutek np. wstrząsów lub śniedzi i pojawia się zawada, często znaczna dla wielkiej częstotliwości. I ten punkt wymaga czasem inspekcji i poprawy. Nie należy przy tym ufać pomiarom omomierzem, który nie wykaże małych ułamków oma.

Przewody łączące cewki z sekcjami kondensatora obrotowego dają okazję do sprzężeń zarówno pojemnościowych jak i indukcyjnych. Przeważnie jednak nie ekranuje się ich, ponieważ zwiększa to znacznie pojemność początkową. Jeśli więc podejrzenie padnie na te przewody, należy poświęcić trochę czasu raczej na próby z ich prowadzeniem w różny sposób, zaś ekranowanie zostawić jako środek ostateczny i w razie jego zastosowania — poprawić dostrojenie.

Sprzężenie magnetyczne pomiędzy obwodami zależy wiele od zaekranowania, ale trzeba się liczyć z tym, że ekranowanie nie likwiduje całkiem tego sprzężenia. Zaekranowanie obwodu zmniejsza ilość wychodzących i przenikających linii sił w stosunku około np. dwudziestokrotnym, tak że jeśli zaekranowane są dwa obwody, ich wzajemne oddziaływanie redukuje się czterystokrotnie. Jest to bardzo znaczna redukcja sprzężenia, ale oczywiście nie absolutna. Obwody pośredniej częstotliwości są całkowicie zamknięte pod ekranem, z ekranu wychodzą przewody prowadzące niewielki tylko stosunkowo prąd w. cz. Zaekranowanie tych obwodów jest więc na ogół b. dobre. Natomiast obwody w. cz. nie są nigdy zamknięte pod ekranem całkowicie, ponieważ muszą z nich prowadzić przewody do kondensatora obrotowego.

Przeważna większość odbiorników superheterodynowych nie ma stopnia wzmocnienia wstępnego wielkiej częstotliwości. To samo zresztą się tyczy, u rzadko co prawda u nas widzianych, stopni wstępnych w. cz. aperiodycznych. Otóż takie układy odznaczają się tym, że częstotliwość na której pracują obwody zmienia się ze stopnia na stopień, zmniejszając w ten sposób szanse sprzężeń i oscylacji. Dlatego też tańsze supery robione są przy bardzo niewielkiej dbałości o odprzężenia i ekranowanie, a mimo to pracują bardzo dobrze i są nadzwyczaj czułe, o wiele czulsze od trudniejszych pod tym względem dwuobwodówek.

Jeśli jednak brak dbałości o właściwe prowadzenie przewodów, odekranowanie i odprzężenie jest posunięte zbyt daleko, bądź też sprawy te pogorszyły się na skutek zmian czy uszkodzeń aparatu, wtedy mamy okazję obserwowania sprzężeń, które można podzielić na trzy kategorie. Pierwsza z nich to oscylacje na częstotliwości zbliżonej do częstotliwości pośredniej. Sprzęga się wtedy obwód wejściowy (siatka lampy przemiany częstotliwości) z pierwszym obwodem pośredniej częstotliwości (anoda tej lampy). Zdarza się to raczej przy wysokiej cz. pośredniej (470 kc/s) i obserwuje się na końcu fal średnich lub początku fal długich. Kilka razy w tych wypadkach pomogło zaekranowanie, a nawet po prostu lepsze poprowadzenie przewodu antenowego (blisko chassis, z dala od obwodów pośredniej częstotliwości). Czasem są to oscylacje bardziej uporczywe. Należy wtedy sprawdzić dostrojenie, czy np. częstotliwość pośrednia nie jest mylnie nastrojona na zbyt wysoką wartość np. powiedzmy 490 lub 500 kc/s. Można również spróbować czy pewne niewielkie zmniejszenie napięcia ekranu lampy przemiany częstotliwości nie pomoże. Robi się to przez połączenie ekranu z masą oporem 100 czy 50 KΩ. Powoduje to oczywiście zmniejszenie wzmocnienia tego stopnia i dlatego nie można iść w tym kierunku zbyt daleko. Również zwiększenie oporu katodowego daje podobny efekt. Na ogół jednak zabiegi koło obwodu wejściowego, właściwe dostrojenie i sprawdzenie ekranowania dają rezultat, do którego dążymy, t.j. usunięcie drgań.

Sprzężenia między obwodem wejściowym a obwodem drgań zdarzają się rzadko. Mamy tu bowiem do czynienia z małymi wzmocnieniami oraz rozbieżnymi częstotliwościami. Właściwe dostrojenie i nastawienie obwodów usuwa prawie zawsze oscylacje.

W superach stosunkowo najczęściej zdarzają się oscylacje w stopniu wzmocnienia pośredniej częstotliwości. Tu siatka i anoda mają obwody nastrojone na tę samą częstotliwość i to obwody na ogół bardzo dobrej jakości. Przy takich zaś obwodach najłatwiej o oscylacje (wielkie Zs). Z drugiej strony, jak już wspominaliśmy, korzystne jest to, że całe obwody LC są pod ekranami. Sprzężenie między obwodami wejściowym i wyjściowym jest więc prawie zawsze pojemnościowe. Pojemnością sprzęgającą jest oczywiście pojemność siatka - anoda lampy wzmacniającej pośredniej częstotliwości np. AF3, EF9, EBF11, 6K7 lub tp. Z tych wymienionych i innych lamp najwięcej wypadków oscylacji dawała EBF11. Czasem już wymiana lampy wystarcza do usunięcia drgań, a wymieniona lampa działa dobrze w innym aparacie. Widocznie pojemność międzyelektrodowa nie jest tu zawsze w porządku i różni się wydatnie od katalogowej. Oczywiście, że pojemność siatka - katoda może być łatwo powiększona wielokrotnie przez pojemności przewodów oraz elementów układu, jak np. kondensatorów i oporów automatyki lub tp.. Próbę czy w tym leży przyczyna drgań można zrobić w ten sposób, że manewrujemy niewielką blaszką uziemioną giętkim przewodem. Staramy się odekranować w ten sposób obwody i przekonać się czy da się w ten sposób uzyskać zerwanie drgań. Czasem pomaga proste odwrócenie końców jednego z obwodów, czasem trzeba się uciec do zaekranowania najbardziej eksponowanych przewodów.

Zerwanie drgań przez rozstrojenie obwodów jest oczywiście najłatwiejsze, ale nie prowadzi do niczego i nie powinno być stosowane z wyjątkiem okresu prób. Nawet jeśli czułość aparatu jest zadowalająca przy rozstrojeniu koniecznym z powodu oscylacji i dla ich zerwania, aparat nie może być oddany w takim stanie. Oscylacje nie powinny się pojawiać w żadnym punkcie dostrojenia jakiegokolwiek obwodu pośredniej częstotliwości. Jeśli zdarzy się, że są one złośliwie uporczywe, to raczej należy pójść po linii zmniejszenia np. napięcia ekranu, przez powiększenie oporu szeregowego lub dołączenie oporu równoległego do masy (patrz wyżej), co spowoduje spadek wzmocnienia i zerwanie drgań — niż osiągnięcie tego celu przez rozstrojenie. Rozstrajając obwody psujemy nie tylko bowiem wzmocnienie ale, co gorsza, selektywność całego odbiornika. Jeśli zaś już mamy do wyboru dobrą czułość albo dobrą selektywność, to raczej należy wybrać tę ostatnią.

Na szczęście wypadki bardzo uporczywych oscylacji na częstotliwościach pośrednich są rzadkie. Na ogół można sobie dać radę za pomocą wyżej podanych sposobów, czasem jednego czasem kilku naraz.

Należy tutaj dodać, że diagnoza istnienia oscylacji na częstotliwości pośredniej nie zawsze jest łatwa i wyraźna. Jeśli odbiornik ma oko magiczne, to zamknięcie listków, całkowite lub częściowe, bez odbioru stacji, daje obraz istnienia oscylacji. Rozstrajając obwody przez dotknięcie np. śrubokrętem, lub zablokowanie kondensatorem, zrywamy drgania i widzimy że oko reaguje. Jednocześnie obserwujemy często dość silny szum.

Jeśli aparat nie ma oka magicznego, to musimy posłużyć się najprymitywniejszym choćby woltomierzem lampowym (wskaźnikiem może być przyrząd pomiarowy lub oko magiczne). Woltomierz taki czy wskaźnik przykładamy, poprzez opór co najmniej 1 MΩ do anody lampy wzmacniającej pośredniej częstotliwości. Trzeba przy tym uważać, aby przy tej okazji nie zerwać drgań, które ewentualnie chcemy wykryć. Pomocą więc w kontrolowaniu służy przy tych operacjach nasłuch z głośnika.

Jeśli nie rozporządzamy żadnym odpowiednim przyrządem pomiarowym w. cz., należy polegać na obserwacjach słuchowych. Odbierając kolejno stacje, najlepiej na falach średnich, obserwujemy silne gwizdy przy przechodzeniu z jednej fali na drugą. Nie zawsze jest to jednak bardzo wyraźne i niektóre silniejsze stacje mogą doprowadzić, dzięki automatyce, do zerwania drgań. Na tych miejscach nie będzie więc gwizdu i to może wprowadzić w błąd. Gwizdy przy przechodzeniu skali są zjawiskiem niekoniecznie zresztą związanym z oscylacjami, przy radiostacjach bowiem położonych co 9 kc/s, powinniśmy słyszeć wysoki gwizd interferencyjny. Niektóre stacje zajmują, nielegalnie zresztą, inne położenie na skali, co pociąga za sobą jeszcze dodatkowe interferencje. Ogólnie biorąc można jeszcze raz podkreślić, że wykrycie a potem usunięcie oscylacji jest czasem sprawą wymagającą cierpliwości i doświadczenia, musi jednakże być przeprowadzone z całą sumiennością.

Odbicia zwierciadlane superheterodyny

Układ superheterodynowy, przy wszystkich swych zaletach, jak selektywność, stabilność prostota wykonania, czułość, posiada również niestety poważne wady, które nie dają się zbytnio odczuć przy dobrym stanie aparatu, ale które mogą łatwo się uwypuklić przy uszkodzeniu lub rozstrojeniu. Najgroźniejszą wadą są interferencje tzw. częstotliwości zwierciadlanej. Odbiór superheterodynowy polega, jak wiemy, na nakładaniu lub, jak się to potocznie mówi, mieszaniu dwóch częstotliwości: częstotliwości stacji odbieranej oraz częstotliwości oscylatora lokalnego. Aby łatwo pokryć cały zakres, częstotliwość oscylatora nastawia się w produkcji powyżej częstotliwości odbieranej. Jednak w eterze jest stacji wiele, a wśród

nich zwróćmy uwagę chwilowo na tę mianowicie, która znajduje się w tej samej odległości powyżej częstotliwości oscylatora, co właściwa stacja znajduje się poniżej. Ponieważ lampa mieszająca wybiera w swym strojonym obwodzie anodowym różnicę częstotliwości przyłożonych do odpowiednich siatek, więc obydwie stacje przejdą do wzmacniacza pośredniej częstotliwości i dalej. Inaczej mówiąc, superheterodyna jest czuła nie na jedną lecz na dwie stacje, te mianowicie, które są odległe w górę skali i w dół, o jednakowy odstęp równy częstotliwości pośredniej układu. Jasne jest, że im większa jest ta częstotliwość pośrednia, tym trudniej przedostać się może stacja niepożądana — której nazwa: zwierciadlana, jest teraz oczywista — do siatki lampy przemiany częstotliwości.

Jeśli więc np. chcemy odebrać stację pracującą na 1000 kc nastawimy oscylator na 1128 kc (częstotliwość pośrednia 128 kc). Jednak odbiór zostanie zakłócony jeśli na siatkę sterującą lampy mieszającej zdoła się przedostać sygnał stacji pracującej na częstotliwości 1256 kc. Prosty bowiem rachunek wskazuje, że do wzmacniacza pośredniej częstotliwości przedostanie się zarówno 1128 — 1000 — 128 kc, jak i 1256 — — 1128 = 128 kc, ponieważ, jeszcze raz powtarzamy, lampa przemiany częstotliwości wrażliwa jest na różnicę częstotliwości odbieranej i częstotliwości oscylatora lokalnego. W ten sposób dwie stacje, zdawałoby się bardzo od siebie odległe na skali odbiornika (1000 kc = = 300 mtr i 1256 kc = 239 mtr) zostaną odebrane równocześnie i selektywność wzmacniacza pośredniej częstotliwości nic tu nie poradzi, liczyć można tylko na selektywność obwodu czy dwóch obwodów wstępnych.

Przy powszechnie stosowanej obecnie pośredniej częstotliwości 468 kc warunki są nieco korzystniejsze. Chcąc odebrać stację 300 m= =1000 kc, nastawimy oscylator na 1468 kc. Stacja przeszkadzająca będzie musiała mieć częstotliwość 1936 kc = 155 m. Oczywiście, że w tym wypadku więcej można liczyć na selektywność obwodu wstępnego, ponieważ ma on do czynienia z większym odstępem częstotliwości.

W zakresie fal krótkich najwięcej napotyka się odbić zwierciadlanych ponieważ podwójna częstotliwość pośrednia jest stosunkowo nie wielka w porównaniu do częstotliwości fal odbieranych. Np. na fali 30 m = 10000 kc, częstotliwość zwierciadlana wynosi przy pośredniej 128 kc, 10256 kc = 29,2 m, zaś przy pośredniej 468 kc, 10936 kc = 28,7 m. Ze względu na słabą selektywność obwodu wstępnego na falach krótkich, nie ma mowy o zupełnym odrzuceniu częstotliwości zwierciadlanej i tylko wysoka pośrednia może je w pewnym stopniu osłabić. Odbiorniki o pośredniej 128 kc posiadają mnóstwo odbić zwierciadlanych na falach krótkich, które często związane są z gwizdami, jak to niżej wyjaśnimy.

Częstotliwość stacji A, którą chcemy odebrać, wynosi np. 1000 kc. Oscylator nastawi się więc na 1128 kc (pośrednia 128 kc), zaś przeszkadzającą będzie, jak już wiemy, stacja B o częstotliwości 1256 kc. Zastanówmy się jednak chwilę co się dzieje podczas strojenia. Do żądanego punktu na skali zbliżamy się kręcąc powoli gałką napędu i w pewnej chwili oscylator nastawiony jest, powiedzmy, jeszcze nie na 1128 kc ale dopiero na 1130 kc. Wtedy stacja A da po zmieszaniu 130 kc a stacja B 126 kc. Obie te uzyskane częstotliwości zostaną wzmocnione przez wzmacniacz pośredniej częstotliwości i przedostaną się do detektora, który z kolei zmiesza je, przekazując do głośnika gwizd interferencyjny 4 kc.

Strojąc powoli w kierunku właściwego punktu, nastawimy w pewnej chwili oscylator również, powiedzmy, na 1129 kc. Wtedy stacja A da pośrednią 129 kc, zaś stacja B — 131 kc. Gwizd interferencyjny zmieni więc wysokość tonu i wyniesie teraz 2 kc. Strojąc tak jednym ciągiem usłyszymy charakterystyczny, szybko zmieniający wysokość tonu, gwizd interferencyjny. Zaczyna się od tonu wysokiego, szybko przechodzi do niskich i poprzez niesłyszalne znowu pojawia się po drugiej stronie punktu dostrojenia, gdzie wysokość jego szybko rośnie.

Z tego widzimy, że częstotliwości zwierciadlane są bardzo poważną przyczyną powstawania gwizdów interferencyjnych. Rozstrojenie obwodów wstępnych może łatwo przyczynić się do ich wzmożenia, przez uwypuklenie niewłaściwych punktów odbioru. Znaczna liczba gwizdów powstała z tej przyczyny może też czasem mylnie być wzięta za oscylacje wzmacniacza pośredniej częstotliwości, podczas gdy prawdziwy mankament leży w obwodach wejściowych, tzn. ich rozstrojeniu i niedostatecznej selektywności.

Oscylator superheterodyny, oprócz swej częstotliwości zasadniczej, wytwarza harmoniczne — drugą, trzecią, czwartą itd. Obecność tych drgań może spowodować odbiór dodatkowy w miejscach przeznaczonych dla innych stacji. Oba zaś te odbiory łatwo przechodzą w gwizdy, zwłaszcza podczas strojenia. Przy częstotliwości pośredniej 468 kc możliwości powstawania takich punktów gwizdu jest mniej niż przy pośredniej 128 kc i tu również wiele zależy od selektywności obwodów wstępnych. Ze względu na tę właśnie selektywność, zakłócenia od harmonicznych oscylatora pojawiają się w stosunku tylko do radiostacji lokalnych i to nawet w ich bardzo bliskim sąsiedztwie. Na usunięcie ich mamy właściwie tylko taką radę, żeby dać eliminator w antenę aparatu, nastrojony na stację przeszkadzającą. Zmniejszenie jej natężenia przeważnie wystarcza. Samych harmonicznych oscylatora usunąć nie jesteśmy w stanie, są one ściśle związane z pracą lampy generacyjnej.

Oscylacje pasożytnicze

Lampy elektronowe wraz ze swoimi układami podatne są na drgania w bardzo wielkiej gamie częstotliwości. Aby w układzie wzmacniającym drgania wywołać, wystarczy z wyjścia zawrócić do wejścia pewną część napięcia, w odpowiedniej fazie. Układów, gdzie między właśnie wyjściem i wejściem istnieją, choć niepozorne i nawet dla wprawnego oka niewidoczne dzielniki napięć, istnieje bardzo wiele. Każda niemal lampa wzmacniająca stanowi, wraz ze swymi pojemnościami międzyelektrodowymi oraz przewodami doprowadzającymi, niemal gotowy oscylator dla jednej lub wielu z olbrzymiej liczby częstotliwości. Nawet najprostsze stopnie wzmocnienia oporowego należą do tej kategorii układów.

Oscylacjom pasożytniczym poświęcimy osobne omówienie, teraz zajmiemy się sprawą ich wykrywania i zwalczania. Oscylacje pasożytnicze łatwo wzbudzają się tam, gdzie są długie przewody, zwłaszcza do siatek, gdzie obwody anodowy i siatkowy nie są dobrze oddzielone i zaekranowane. Podatne im są układy o bardzo dużym wzmocnieniu oraz lampy o wielkim nachyleniu.

W odbiornikach napotykamy najczęściej oscylacje pasożytnicze przede wszystkim w oscylatorach lokalnych superheterodyn, z oddzielną triodą oscylacyjną (ECH 3, ECH 4, ECH 11, UCH 21 itp.). Układ oscylacyjny bowiem ma z natury rzeczy sprzężony obwód anodowy z siatkowym, indukcyjnie lub pojemnościowo. Mogą więc łatwo stworzyć się warunki, że poza oscylacjami na normalnej, przewidzianej częstotliwości, powstaną jeszcze inne, przeważnie na bardzo wysokich częstotliwościach, odpowiadających falom metrowym. Tę znaczną różnicę długości fal wykorzystujemy dla zerwania drgań pasożytniczych. Tuż przy siatce triody oscylacyjnej daje się w szereg niewielki opór 50, 100 lub najwyżej 200 Ω. Opór ten tłumi drgania pasożytnicze, ultrakrótkofalowe, w ten sposób że stanowi łącznie z pojemnością wejściową lampy filtr obcinający wysokie częstotliwości. Dla oscylacji na częstotliwościach właściwych nie stanowi on większej przeszkody, zaś dla oscylacji pasożytniczych, które z zasady mają dość niepewne warunki istnienia, stanowi on przeszkodę nie do pokonania.

Oscylacje pasożytnicze oscylatora poznaje się po nienormalnym prądzie siatki oscylatora (mierzy się czułym miliamperomierzem, od strony masy). Prąd ten wynosi przeciętnie 50 do 200 mikroamperów i przy istnieniu drgań pasożytniczych zmienia się skokami przy dotknięciu siatki śrubokrętem, czasem nawet przez izolację. Towarzyszą drganiom silne szumy całego odbiornika, niekiedy zmieniające się wydatnie przy zmianie zakresów fal. Zdarzyć się również może, że oscylacje utrzymują się mimo istnienia oporka antyparazytowego. Wtedy wmontowuje się, bez obawy, drugi oporek w szereg z tamtym, np. na przeciwnym końcu tego samego przewodu.

Stopień wstępny oraz stopień wzmocnienia pośredniej częstotliwości mniej są podatne na drgania pasożytnicze. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, że zarówno obwody siatkowe jak i anodowe są zamknięte do masy przez wielkie stosunkowo pojemności, co nie sprzyja oscylacjom na falach ultra-krótkich. Poza tym lampami wzmacniającymi są pentody ekranowane, o umiarkowanym nachyleniu charakterystyki. Gdyby jednak zdarzył się, rzadki taki wypadek, to pomoże tu również niewielki opór w siatce oraz zaekranowanie przewodów doprowadzających a czasem nawet ich przesunięcie.

Stopień wzmocnienia niskiej częstotliwości wykazuje niekiedy zrozumiałą tendencję do drgań pasożytniczych. Objawiają się te drgania szumami oraz nienormalnymi napięciami i przeważnie ustają przy zablokowaniu np. siatki małym kondensatorkiem. Sposób ich usunięcia jest prosty — za pomocą oporu tuż przy siatce lampy oraz przez ewentualne zablokowanie anody małą pojemnością 100 — 200 pF.

Najbardziej podatnym na oscylacje miejscem odbiornika jest lampa głośnikowa, zwłaszcza typy o wielkim nachyleniu, jak np. AL 4, EL 3, EL 11 oraz AL 5, EL 6 i EL 12. Zabezpieczenia antyparazytowe są tam konieczne i widnieją w każdym schemacie. W lampach kombinowanych jak np. ECL 11, gdzie silne wzmocnienie koncentruje się na skupionej przestrzeni, wypełnionej licznymi elementami układu, łatwo o oscylacje pasożytnicze. Siatki więc, zarówno triody jak i pentody, są zaopatrzone w opory antyparazytowe. Często widzi się tam nawet dwa opory w siatce pentody, przeważnie 1000 oraz 100000 Ω. Większy opór stanowi zagrodę dla resztek wielkiej lub pośredniej częstotliwości oraz dla ewentualnych drgań na stosunkowo niskiej częstotliwości. Mniejszy opór jest przeznaczony jako ochrona od drgań bardzo wysokiej częstotliwości.

Gdyby jednak drgania pasożytnicze utrzymywały się, należy spróbować zablokowania siatek lub anod, triody lub pentody, małymi pojemnościami 50, 100 lub najwyżej 200 pF, wprost krótko od elektrody do masy, lub do katody. Również godnym polecenia środkiem jest wmontowanie niewielkiego oporu, 50 do 200 Ω, tuż przy siatce ekranowej pentody, wreszcie przy jej anodzie. Oczywiście należy przy tym skontrolować czy przewody anodowe lampy głośnikowej są na największej możliwie odległości od czułej siatki triody wzmacniającej, o co nie trudno przy zwartych montażach i wielokrotnych reperacjach.

(d. c. n.)

Mgr Inż. Andrzej Kiełkiewicz

Obliczanie transformatorów i dławików

Do najczęściej spotykanych elementów wszelkich urządzeń radiotechnicznych należą transformator i dławik. Z tego względu znajomość ich obliczania jest niezbędna dla każdego radiotechnika. Zależnie od zastosowania możemy wyodrębnić trzy grupy, a mianowicie: 1) transformatory sieciowe, 2) dławiki oraz 3) transformatory akustyczne. W każdym z tych przypadków stawiane wymagania są inne, a więc również różne będzie podejście do obliczenia.

Transformatory sieciowe

Zadaniem transformatora sieciowego jest przetworzenie napięcia sieci prądu zmiennego na napięcie wymagane w danym urządzeniu radiotechnicznym. Napięcie E występujące na danym uzwojeniu transformatora jest proporcjonalne do ilości zwojów n, częstotliwości sieci f, indukcji magnetycznej B w żelazie rdzenia oraz wielkości przekroju rdzenia S i wyraża się następującym wzorem:

$$E = 4{,}44 . n . f . B . S . 10^{-8} V \qquad (1)$$

Przy obliczaniu wprowadzamy pojęcie „ilość zwojów na volt". Liczba ta wynika bezpośrednio z powyższego wzoru i jest charakterystyczna dla danego rdzenia, ponieważ wielkości f, B i S są w danym wypadku stałe. Następnie ze wzoru tego wynika proporcjonalność napięć poszczególnych uzwojeń transformatora do ilości zwojów. Przy obliczaniu transformatora należy spełnić następujące warunki:

1) przekrój rdzenia musi być dostatecznie duży dla danej mocy oddawanej przez transformator;

2) poszczególne uzwojenia powinny posiadać dostateczną liczbę zwojów;

3) średnica drutu każdego uzwojenia musi być odpowiednia do wielkości prądu płynącego w danym uzwojeniu;

4) grubość izolacji między uzwojeniami winna być dostateczna przy danych napięciach.

Dla każdego transformatora mamy dane napięcie uzwojenia pierwotnego U_p (napięcie sieci) oraz napięcia i prądy uzwojeń wtórnych (U_1 i I_1; U_2 i I_2 itd.). W pierwszym rzędzie obliczamy całkowitą moc wtórną transformatora, która jest sumą iloczynów prądów i napięć wszystkich uzwojeń wtórnych:

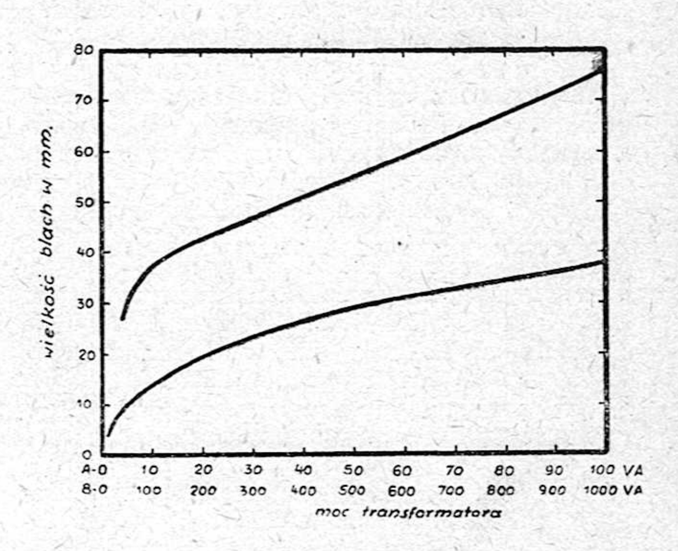
$$\text{moc wtórna } P_w = U_1I_1 + U_2I_2 + \cdots (VA) \qquad (2)$$

Stąd obliczamy moc uzwojenia pierwotnego, uwzględniając sprawność η, której wielkość dla transformatorów małych mocy przyjmuje się średnio 0,7:

$$\text{moc pierwotna } P_p = \frac{P_w}{\eta} = U_pI_p \quad (VA) \qquad (3)$$

Wreszcie obliczamy natężenie prądu w uzwojeniu pierwotnym:

$$\text{prąd uzw. pierw. } I_p = \frac{P_p}{U_p} \quad (A) \qquad (4)$$

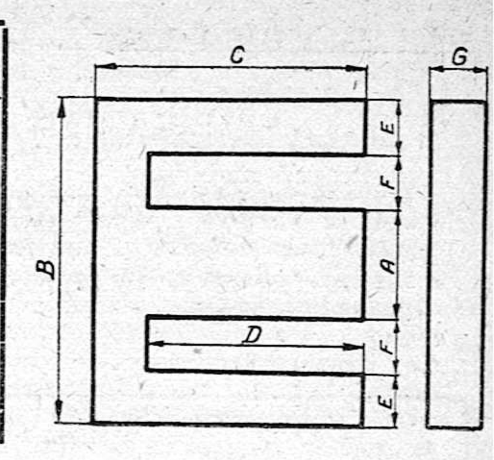


Rys. 1.

Zależność wielkości blach rdzenia od mocy transformatora.

Znając moc transformatora P_p określamy z wykresu rys. 1 wielkość blach rdzenia. Poszczególne wymiary blach najczęściej spotykanego kształtu różnych wielkości podaje rys. 2. Do obliczeń wstępnych zakładamy kwadratowy przekrój rdzenia, którego wielkość jest iloczynem szerokości i grubości słupa środkowego. Dla danej wielkości przekroju rdzenia z krzywej rys. 3 określamy ilość zwojów na wolt (n'). Zaznaczyć tu należy, że krzywa ta została obliczona w założeniu, że częstotliwość sieci f wynosi 50 c, zaś indukcja w żelazie B — 10000 gausów/cm². Obecnie obliczamy ilości zwojów poszczególnych uzwojeń, przy czym dla skompensowania spadku napięcia na oporności omowej uzwojeń wtórnych należy ilość zwojów tych uzwojeń zwiększyć o 8%, aby przy nominalnym obciążeniu napięcie miało wymaganą wielkość.

Wym. blachy	A	B	C	D	E	F	G
12,1	12,5	41	27	21	6,5	8	6,5
16	16	48	32	24	8	8	8
19	19	57	38	2	9.5	9.5	9,5
22	22	67	44,5	32	11	11	11
25	25	76	51	38	12,5	12,5	12,5
29	29	85	57	43	14	14	14
32	32	95	63,5	48	16	16	16
38	38	115	76	57	19	19	19



Rys. 2.
Wymiary blach rdzenia transformatorowego (w mm).

$$\left.\begin{aligned} &\text{uzw. pierwotne: } n_p = n'.U_p \\ &\text{,, wtórne: } n_1 = 1{,}08n'.U_1 \\ &\qquad\qquad n_2 = 1{,}08n'.U_2 \text{ itd.} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Następnie znając natężenie prądu w poszczególnych uzwojeniach i posługując się tabelą 1. drutów nawojowych, znajdujemy średnicę drutu dla danego uzwojenia (gęstość prądu 2 A/mm²) oraz grubość izolacji pomiędzy warstwami drutu.

Dla ustalenia grubości izolacji między poszczególnymi uzwojeniami należy wziąć pod uwagę, że powinna ona wytrzymać napięcie przebicia równe podwójnej wielkości najwyższego napięcia transformatora plus 1000 V. Można przyjąć, że w większości wypadków wystarczy izolacja preszpanem grubości 0,2 mm. Uzwojenia należy nawijać na specjalnej formie, której grubość ścianek i długość dla różnych wielkości blach podaje tabela 2. Wewnętrzne wymiary formy powinny być o ok. 1 mm większe od wymiarów rdzenia. Uzwojenia należy układać warstwami, które przekłada się papierem izolacyjnym.

Na zakończenie obliczenia należy sprawdzić, czy dane uzwojenia zmieszczą się w przyjętej wielkości blachy. W tym celu obliczamy grubość wszystkich uzwojeń łącznie z warstwami izolacyjnymi. Przy tym obliczeniu posiłkujemy się danymi tabeli 1 („ilość zwojów na cm"). Jeśli całkowita grubość uzwojeń nie przekracza ok. 80% miejsca, jakim dysponujemy (wymiar F blachy), to obliczenie można przyjąć za dobre.

współczynnik wypełnienia okna =

$$= \frac{\text{grubość cewki}}{\text{wymiar F}} \cdot 100 \leqslant 80\% \quad (6)$$

W przeciwnym przypadku należy obliczenie powtórzyć wprowadzając poprawki, przy czym można postąpić dwojako. Można więc użyć blach o większym wymiarze, dając ich mniej, dzięki czemu przekrój rdzenia nie ulegnie zmianie, a więc i ilości zwojów pozostaną niezmienione, a jedynie zwiększy się przekrój okna, lub też możemy przy tej samej co poprzednio wielkości blach zwiększyć grubość rdzenia. Dzięki temu zmniejszy się ilość zwojów na volt, a więc cała cewka będzie cieńsza. Niekiedy trzeba stosować oba sposoby jednocześnie.

Uwaga: przy obliczaniu grubości drutu uzwojenia anodowego lampy prostowniczej należy przyjąć za podstawę obliczenia przy prostowaniu 2- połówkowym nominalną wartość natężenia prądu stałego, przy 1- połówkowym zaś podwójną wielkość natężenia.

P r z y k ł a d 1:

Obliczyć transformator o danych następujących:

uzwojenie pierwotne		220 V
,, wtórne	I	300 V 50 mA
,, ,,	II	6,3 V 2 A

1. Moc wtórna: $P_w = 300 . 0{,}05 + 6{,}3 . 2 = 15 + 12{,}6 = 27{,}6$ VA

   ,, pierwotna: $P_p = \frac{27{,}6}{0{,}7} = 39{,}4 \approx 40$VA

   Prąd pierwotny: $I_p = \frac{40}{220} = 0{,}18$ A

2. z wykresu rys. 1 odczytujemy dla mocy 40 VA szerokość rdzenia 27 mm; ponieważ nie ma blach tego wymiaru, przyjmujemy najbliższą wielkość 29 mm, dając przekrój kwadratowy.
3. przekrój rdzenia: 2,9 . 2,9 = 8,4 cm².
4. z krzywej rys. 3 odczytujemy, że dla przekroju 8,4 cm² należy dać 5,1 zwoja na volt.
5. ilość zwojów uzwojenia pierwotnego — $n_p = 5{,}1 . 220 = 1120$;
   ilość zwojów uzwojenia wtórnego I $n_1 = 1{,}08 . 5{,}1 . 300 = 1650$;
   ilość zwojów uzwojenia wtórnego II $n_2 = 1{,}08 . 5{,}1 . 6{,}3 = 35$.

6. z tabeli 1 odczytujemy wymagane średnice drutu poszczególnych uzwojeń, a mianowicie:

uzwojenie pierwotne (0,18 A) — średnica drutu 0,35 mm;

uzwojenie wtórne I (0,05 A) — średnica drutu 0,18 mm;

uzwojenie wtórne II (2 A) — średnica drutu 1,2 mm.

7. grubość cewki:

1) forma 1,2
2) uzwojenie pierwotne (12 warstw x 0,35) 4,2
3) izolacja międzywarstwowa (11 warstw x 0,05) 0,55
4) izolacja międzyuzwojeniowa (0,2) 0,2
5) uzwojenie wtórne I (9 warstw x x 0,18) 1,62

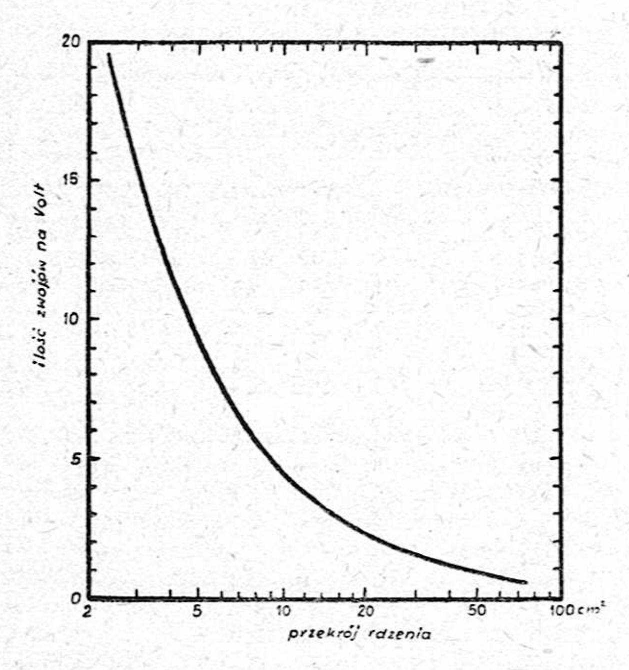
Średnica	Przekrój	Ciężar 1000 m	Oporność 1000 m przy 20° C	Dopuszcz. prąd przy gęst. 2 A/mm²	Ilość zwojów na cm		Grubość izolacji międzywarstw.
mm	mm²	kg	Ω	A	emalia	em. + jedw.	mm
0,05	0,0020	0,017	9810	0,004	147	92	0,02
0,06	0,0028	0,025	6190	0,006	122	85	0,02
0,07	0,0039	0,034	4550	0,008	108	79	0,02
0,08	0,0050	0,045	3480	0,010	98	72	0,02
0,09	0,0064	0,057	2750	0,013	88	67	0,02
0,10	0,0079	0,070	2230	0,016	81	63	0,025
0,12	0,011	0,100	1550	0,023	67	54	0,025
0,14	0,015	0.137	1140	0,032	59	49	0,025
0,15	0,018	0,157	990	0,036	55	46	0,025
0,16	0,020	0,179	870	0,040	52	44	0,025
0,18	0,025	0,227	688	0,058	47	40	0,025
0,20	0,031	0,280	557	0,063	43	37	0,04
0,22	0,038	0,339	460	0,076	39	34	0,04
0,24	0,045	0,403	387	0,094	36	32	0,04
0,25	0,049	0,437	356	0,10	35	30	0,04
0,26	0,053	0,473	330	0,11	33	29	0,04
0,28	0,062	0,549	284	0,12	31	28	0,04
0,30	0,071	0,630	248	0,14	29	26	0,05
0,32	0,080	0.717	218	0,16	28	25	0,05
0,34	0,091	0,809	193	0,19	26	24	00,5
0,35	0,096	0,857	182	0,20	25	23	0,05
0,38	0,113	1,01	154	0,23	24	21	0,05
0,40	0,126	1,12	139	0,25	22	20	0,075
0,42	0,138	1,23	126	0,28	21	20	0,075
0,44	0,152	1,35	115	0,30	20	19	0,075
0,45	0,159	1,42	110	0,32	20	18	0,075
0,46	0,166	1,48	105	0,34	19	18	0,075
0,48	0,181	1,61	96,7	0,36	19	17	0,075
0,50	0,196	1,75	89,1	0,40	18	17	0,075
0 52	0,212	1,90	82,4	0,43	17	16	0,075
0,54	0,229	2,04	76,4	0,46	17	15	0,075
0,55	0,238	2,12	73,7	0,48	16	15	0,075
0,56	0,246	2,19	71,0	0,50	16	15	0,075
0,58	0,264	2,35	66,2	0,55	15	14	0,075
0,60	0,283	2,52	61,9	0,60	15	14	0,10
0,65	0,332	2,96	52,7	0,65	14	13	0,10
0,70	0,385	3,43	45,5	0,75	13	12	0,10
0,75	0,442	3,94	31,6	0,90	12	11	0,10
0,80	0,503	4,48	34,8	1,0	11	11	0,10
0,90	0,636	5,67	27,5	1,3	10	10	0,10
0,95	0,709	6,32	24,7	1,4	9	9	0,10
1,00	0,785	7,00	22,3	1,6	9	9	0,125
1,20	1,12	10,1	15,5	2,2	8	8	0,125
1,40	1,54	13,7	11,4	3,0	7	7	0,175
1,50	1,77	15,7	9,90	3,6	6	6	0,175
1,60	2,02	17,9	8,70	4,0	6	6	0,175
1,80	2,54	22,7	6,88	5,8	5	5	0,175
2,00	3,14	28,0	5,57	6,3	4	4	0,20
2,50	4,91	43,7	3,56	10,0	4	3	0,25

Tabela 1.

Tabela miedzianych drutów nawojowych

6) izolacja międzywarstwowa (8 warstw x 0,025) 0,2
7) izolacja międzyuzwojeniowa 0,2
8) uzwojenie wtórne II (2 warstwy x 1,2) 2,4
9) izolacja międzywarstwowa (1 warstwa x 0,125) 0,125
10) izolacja zewnętrzna 0,2

10,895



Rys. 3.
Ilość zwojów na wolt w zależności od przekroju rdzenia

Współczynnik wypełnienia okna =

$$\frac{10{,}895}{14{,}0} \cdot 100 = 78\%$$

wobec czego obliczenie można przyjąć za dobre.

Dławiki

Zadaniem dławika w zasilaczu prądu stałego jest eliminacja tętnień sieci pozostałych po wyprostowaniu napięcia zmiennego. Dławik określają dwie wielkości charakterystyczne: indukcyjność uzwojenia oraz natężenie prądu stałego płynącego przez uzwojenie. Dla zapewnienia odpowiedniej indukcyjności dławika przy danym prądzie stałym należy użyć rdzenia o odpowiedniej wielkości, dać uzwojenie o dostatecznie wielkiej ilości zwojów drutu odpowiedniej grubości oraz dać w rdzeniu szczelinę powietrzną, by uniknąć nasycenia żelaza prądem stałym. Obliczanie dławika jest proste, a przebieg jego jest następujący:

Przede wszystkim z zestawienia tabeli 3, podającego orientacyjne wielkości rdzenia dla

Wym. blachy	Grub. ścianek	Długość formy
12,5	0,75	19
16	0,75	22
19	1,0	26
22	1,0	29
25	1,2	35
29	1,2	40
32	1,5	45
38	2,0	53

Tabela 2.
Wymiary formy do nawijania uzwojeń dla różnych wielkości blach

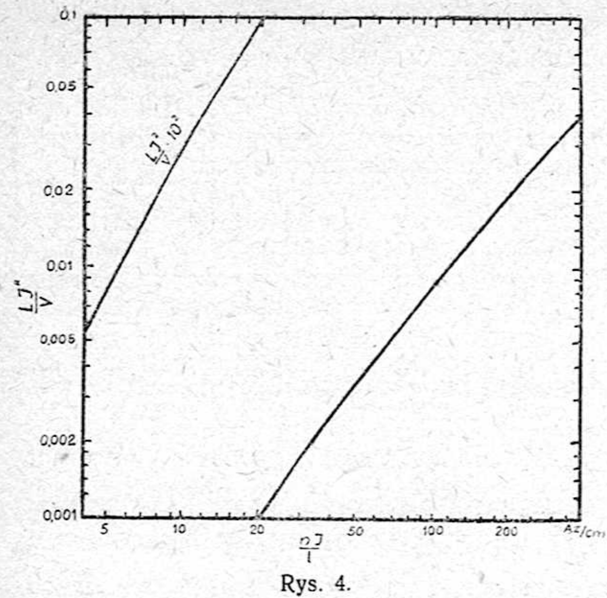
różnych indukcyjności i prądów, określamy wielkość rdzenia dla danego dławika. W celu obliczenia uzwojenia korzystamy z krzywej rys. 4, a mianowicie obliczamy wielkość wyrażenia $\frac{LI^2}{V}$, gdzie V— objętość rdzenia w cm³, L— indukcyjność dławika w H oraz I— natężenie prądu stałego w A. Dla obliczonej wielkości $\frac{LI^2}{V}$ na krzywej rys. 4 znajdujemy odpowiadającą jej ilość amperozwojów na cm $\frac{nI}{l}$ gdzie n— ilość zwojów, l— długość drogi magnetycznej. Wielkość tej ostatniej możemy określić z tabeli rys. 5, znając zaś natężenie prądu z założenia, możemy obliczyć potrzebną ilość zwojów. Oznaczamy jeszcze z tabeli 1 średnicę drutu a z wykresu rys. 6 grubość szczeliny i wreszcie sprawdzamy, podobnie jak przy obliczaniu transformatora, czy uzwojenie zmieści się w danej wielkości blach.

W praktyce poleca się zwiększać ilość zwojów o ok. 10%, aby uniezależnić się od ewentualnych różnic we własnościach magnetycznych żelaza rdzenia.

Wielkość szczeliny ustalona na podstawie wykresu rys. 6 jest jedynie przybliżona. Najdokładniej można dobrać właściwą jej wielkość stosując układ pomiarowy wg schematu

Dane dławika		wymiary rdzenia
4,5 H	80 mA	19 × 19
5 „	110 „	22 × 22
5 „	200 „	29 × 29
7 „	250 „	35 × 35
10 „	110 „	25 × 25
18 „	100 „	25 × 35
20 „	200 „	38 × 45
30 „	200 „	19 × 25
35 „	60 „	25 × 25

Tabela 3.
Przybliżona wielkość rdzenia w zależności od indukcyjności dławika i natężenia prądu stałego w uzwojeniu



Rys. 4.

Krzywa do obliczania indukcyjności dławików

rys. 7. Po ustaleniu nominalnej wartości prądu w uzwojeniu dławika należy zmieniać wielkość szczeliny tak, aby uzyskać minimum napięcia tętnień sieci.

P r z y k ł a d 2:

Obliczyć dławik 5 H, 200 mA.

1) wielkość rdzenia (z tab. 3) 29 x 29 mm;

2) objętość rdzenia V = 140 cm³;

3) L = 5 H, I = 0,2 A, V = 140 cm³

$$\frac{LI^2}{V} = \frac{5 \cdot 0{,}2^2}{140} = 0{,}00143;$$

4) z tabeli rys. 5 odczytujemy dla blach 29 mm — l = 17,1 cm;

5) z wykresu rys. 4 odczytujemy dla

$$\frac{LI^2}{V} = 0{,}00143 - \frac{nI}{l} = 27;$$

6) stąd

$$n = \frac{27\,l}{I} = \frac{27\;17{,}1}{0{,}2} = 2310 \text{ zwojów};$$

7) z tabeli 1 dla prądu 0,2 A średnica drutu wynosi 0,35 mm;

8) z tabeli rys. 6 grubość szczeliny dla

$$\frac{nI}{l} = 27 \text{ wynosi ok. } 0{,}2 \text{ mm};$$

9) przyjmuję ilość zwojów n = 2500, drut o średnicy 0,35 mm:

1) forma		1,2
2) 25 warstw drutu	0,35	8,75
3) 24 warstwy papieru	0,05	1,2
4) izolacja zewn.		0,2
		11,35

współczynnik wypełnienia okna =

$$= \frac{11.35}{14{,}0} \cdot 100 = 80\%.$$

Transformatory częstotliwości akustycznej

Zadaniem transformatorów częstotliwości akustycznej jest dopasowanie pozornej oporności wyjściowej do oporności obciążenia, wg zależności:

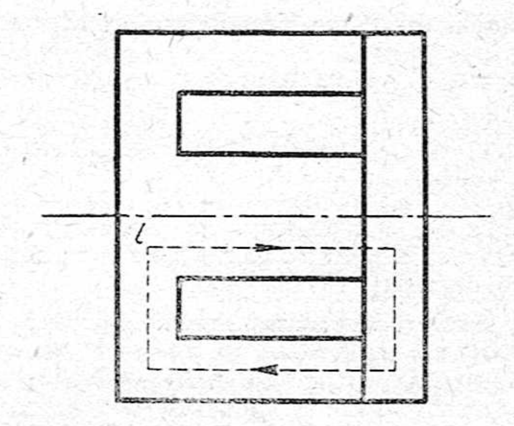
$$\text{przekładnia zwojowa } p = \frac{n_1}{n_2} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \quad (7)$$

Wielkość rdzenia tych transformatorów zależy od przenoszonej mocy akustycznej (tabela 4). Indukcyjność uzwojenia pierwotnego powinna być dostatecznie duża dla zapewnienia dobrego przenoszenia niskich częstotliwości. Musi być ona tym większa, im większa jest oporność wyjściowa oraz im niższa dolna granica częstotliwości (tabela 5). Grubość drutu uzwojeń powinna być odpowiednia do natężenia prądu.

Przebieg obliczenia jest następujący:

Mając dane wielkości impedancji pierwotnej i wtórnej obliczamy przekładnię transformatora $p = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$. Następnie z tabeli 4 ustalamy wielkość rdzenia dla danej mocy akustycznej. Z tabeli 5 znajdujemy odpowiednią wielkość indukcyjności uzwojenia pierwotnego. W sposób podobny jak i dla dławików oblicza się ilość zwojów uzwojenia pierwot-

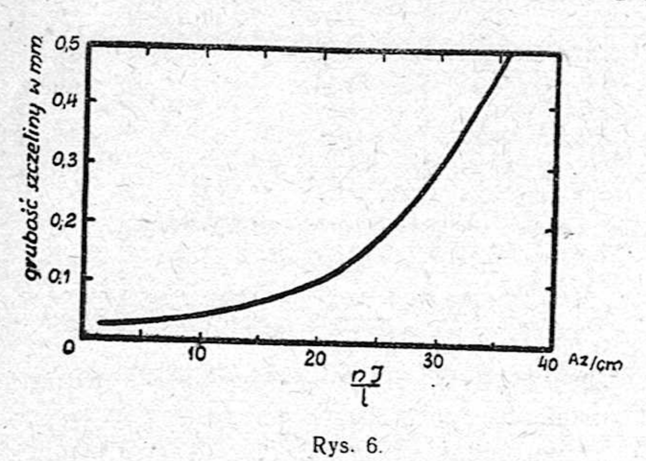
Wymiar blachy	Długość drogi magn.	Powierzchnia blachy
mm.	cm.	cm²
12,5	7,6	10,6
16	9,5	15,4
19	11,4	21,8
22	13,3	29,5
25	15,2	38,0
29	17,1	49,2
32	19,0	60,8
35	22,2	—
38	22,8	87,3



Rys. 5.

Długość drogi magnetycznej „l" i powierzchnia blach transformatorowych

nego przy uwzględnieniu natężenia prądu stałego płynącego przez uzwojenie. Następnie znając przekładnię transformatora możemy obliczyć ilość zwojów uzwojenia wtórnego,



Rys. 6.
Zależność szczeliny od nasycenia rdzenia

dalej z tabeli 1 — średnicę drutu obu uzwojeń oraz z rys. 6. grubość szczeliny. Na zakończenie sprawdzamy wielkość współczynnika zapełnienia okna.

P r z y k ł a d 3:

Obliczyć transformator do modulacji anodowej. Dane są następujące:

a) modulator w układzie przeciwsobnym na pentodach, oporność wyjściowa 10 kΩ, prąd anodowy każdej lampy 60 mA;
b) moc akustyczna 7,5 W;
c) wzmacniacz pracujący w klasie C pobiera 70 mA przy 420 V;
d) najniższa częstotliwość 150 c (głos);

Obliczamy kolejno:

1) oporność obciążenia $R = \frac{420}{0,07} = 6000\ \Omega$;
2) przekładnia zwojowa transformatora $p = \sqrt{\frac{10000}{6000}} = 1,29$;
3) na podstawie tabeli 4 ustalamy wielkość blach biorąc rdzeń o przekroju 2,5 x 2,5 cm;
4) z tabeli 5 ustalamy, że indukcyjność uzwojenia pierwotnego musi wynosić co najmniej 10 H;
5) z tabeli 1 określamy średnicę drutu: uzwojenie pierwotne (60 mA) — 0,2 mm; uzwojenie wtórne (70 mA) — 0,22 mm; ze względów praktycznych oba uzwojenia nawijamy drutem o tej samej średnicy — 0,22 mm;
6) ponieważ w uzwojeniu pierwotnym prąd stały płynie w obu połówkach uzwojenia (układ przeciwsobny) w kierunkach przeciwnych, więc strumień magnetyczny wywoływany przez jedną połowę uzwojenia znosi się ze strumieniem pochodzącym od drugiej połówki uzwojenia. Wobec tego rdzeń jest nasycany jedynie działaniem prądu w uzwojeniu wtórnym, dlatego też indukcyjność uzwojenia pierwotnego obliczamy uwzględniając prąd uzwojenia wtórnego; prąd wtórny przeliczamy na stronę pierwotną:

$$I' = \frac{70}{1,29} = 54\ \text{mA}$$

7) $\frac{LI^2}{V} = \frac{10 \cdot 0,054^2}{98,5} = 0,0297 \cdot 10^{-2}$
8) z wykresu rys. 4 odczytujemy: dla $\frac{LI^2}{V} = 0,0297 \cdot 10^{-2}$ — $\frac{nI}{l} = 10$
9) z rys. 5 $l = 15,2$ cm dla blach 25 mm, a więc $n = \frac{10l}{I} = \frac{10 \cdot 15,2}{0,054} = 2800$ zwojów
10) ilość zwojów uzwojenia wtórnego: $n_1 = \frac{2800}{1,29} = 2180$ zw.
11) z rys. 6 odczytujemy grubość szczeliny: dla $\frac{nI}{l} = 10$ wynosi ona 0,03 mm.
12) po obliczeniu grubości uzwojeń okazuje się, że współczynnik wypełnienia okna wynosi 81%.

Uwaga: uzwojenie pierwotne musi mieć odgałęzienie na połowie ogólnej liczby zwojów.

P r z y k ł a d 4:

Obliczyć transformator wyjściowy pracujący w następujących warunkach:

a) wzmacniacz przeciwsobny na pentodach, oporność wyjściowa 10000 Ω, prąd anodowy każdej lampy 60 mA,
b) moc akustyczna 7,5 W,
c) najniższa częstotliwość 150 c,
d) oporność obciążenia: linia 500 Ω lub głośnik 8 Ω.

Obliczenie:

1) ponieważ warunki pracy uzwojenia pierwotnego są identyczne jak w przykładzie 3, dlatego można zastosować taki sam rdzeń i takie samo uzwojenie pierwotne,

Wymiar blachy mm.	Moc akust. W
12,5	1
19	3
25	5
29	10
32	20
38	30
45	60
50	100
63	250
76	500

Tabela 4.

Zależność wymiaru blachy rdzenia od mocy akustycznej

Triody			Pentody		
Oporn. *) wyjściowa Ω	Indukcyjność dla 50 c H	Indukcyjność dla 150 c H	Oporn. *) wyjściowa Ω	Indukcyjność dla 50 c H	Indukcyjność dla 150 c H
800	3,5	1,0	2500	8,5	3,0
1000	4,5	1,5	4000	13,0	4,0
1500	6,5	2,0	5000	16,5	5,0
2000	8,5	3,0	6000	20,0	6,0
3000	13,0	4,5	7000	25,0	7,0
5000	20,0	5,5	8000	27,0	8,0
10000	40,0	15,0	10000	33,0	10,0
			15000	50,0	15,0

*) oporność anoda - anoda w układach przeciwsobnych.

Tabela 5.

Indukcyjność uzwojenia pierwotnego transformatora dopasowującego w zależności od oporności wyjściowej.

2) przekładnia transformatora:
dla obciążenia 500 Ω

$$P_1 = \sqrt{\frac{10000}{500}} = 4,47$$

dla obciążenia 8 Ω

$$P_2 = \sqrt{\frac{10000}{8}} = 35,3$$

3) uzwojenie wtórne I (500 Ω)

$$n_1 = \frac{2800}{4,47} = 625 \text{ zwojów},$$

uzwojenie wtórne II (8 Ω)

$$n_2 = \frac{2800}{35,3} = 80 \text{ zwojów},$$

4) należy uzyskać moc 7,5 W na oporze 500 Ω lub 8 Ω, z tej więc zależności obliczymy natężenie prądu w każdym z uzwojeń.

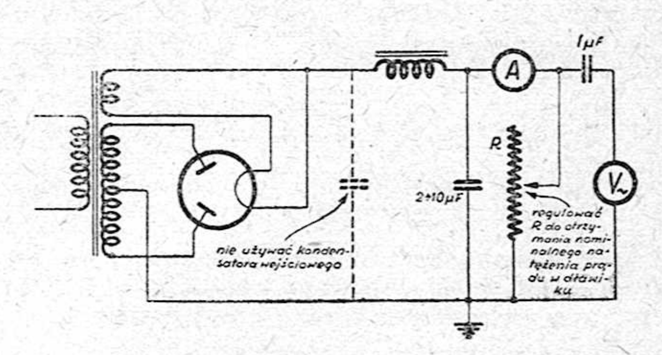
$$P = I^2R \qquad \text{stąd } I = \sqrt{\frac{P}{R}}$$

$$\text{dla uzwojenia } 500\ \Omega\ I_1 = \sqrt{\frac{7,5}{500}} = 0,122 \text{ A},$$

$$\text{dla uzwojenia } 8\ \Omega\ I_2 = \sqrt{\frac{7,5}{8}} = 0,968 \text{ A},$$

5) z tabeli 1 odczytujemy grubości drutu:
uzwojenie wtórne I (500 Ω) — 0,3 mm,
uzwojenie wtórne II (8 Ω) — 0,8 mm,

6) z obliczenia grubości cewki współczynnik wypełnienia okna wynosi 83%.



Rys. 7.

Układ do badania właściwej wielkości szczeliny w rdzeniu

Ponieważ obliczony transformator pracuje z układem przeciwsobnym, nie występuje więc w tym przypadku nasycenie rdzenia prądem stałym, a więc rdzeń można złożyć bez szczeliny, tak jak dla transformatorów sieciowych.

Zaznaczyć należy, że można każdorazowo używać tylko jednego z uzwojeń wtórnych.

Fale śr

dotychczasowe	m	Kc/s	od 15 marca
		1600	Frankfurt
			Niem. Rep. Dem.
Szwecja			
Finlandia			M. Ostrawa etc.
Triest			Bruksela
Niemcy Zach.	200	1500	Kraków
Włochy			Łódź
Belgia			
Anglia			Wiedeń
Niemcy			Krajowa, Bartley etc.
Francja			Mediolan etc.
Miskolcz			Luksemburg
			Sarra etc.
AFN, Niemcy			
Bułgaria		1400	Baranowicze, Bayonne etc.
Francja			Graz etc.
W. Brytania			Strassburg
Szwajcaria			Toruń, Caltanisetta etc.
Turyn			Tirana
Brünn			Marsylia, Madona etc.
Łódź			Budapeszt, Stagshaw etc.
Niemcy			Rzym
Clermont			Uszgorod
Wiedeń II			Stavanger
Szczecin, Bolonia		1300	Gdańsk
			Koszyce
Graz			Lille
Warna			Belgrad
Salzburg			Szczecin
Monachium			Athlone, Nyiregyhaza etc.
			Tyraspol, Grenoble etc
Gliwice			Budziejowice etc.
Wenecja			Falun etc.
Lille			
Frankfurt		1200	Poznań
			Niemcy Zach.
			Budapeszt
Nicea			Odesa
Kopenhaga			Strassburg
Francja			Cluj etc., Stagshaw etc.
W. Brytania			Kaliningrad
Triest			Zagrzeb
Hörby			Bruksela, Wyborg, Warna
W. Brytania			Bari etc.
Praga II			Mohylew
Italia, Austria		1100	Bratisława etc.
Falun			
Bordeaux			Wrocław
Wiedeń			Paryż, Krasnodar
Bari			

Skala porównawcza nowych fal wg. Planu Kopenhaskiego

Wszystkie odbiorniki są wyskalowane wg. dotychczasowego przydziału fal. Wymagają one obecnie zmiany swych skal. Ponieważ jest to praktycznie nie wykonalne, podajemy tu obok siebie dwie skale, starą i nową. Posługując się tymi skalami, można z łatwością określić przynależność każdej odbieranej stacji. Dla łatwiejszej orientacji wskazane jest podkreślenie kolorowym ołówkiem tych, przynajmniej ważniejszych stacji, których nazwy są wypisane na skali używanego odbiornika.

Fale średnie

	m	Kc/s	
Falun			
Bordeaux			Wrocław
Wiedeń			Paryż, Krasnodar
Bari			Dania, Cagliari etc.
Irlandia			Jassy etc., Stagshaw etc.
Rennes			Berlin
Koblencja			Talin, Turyn etc.
Kraków			Graz
Droitwich			Hilversum
Preszburg	300	1000	Kiszyniów
Toruń			Monachium
Turyn			Göteborg
Rzym			Hamburg, Smoleńsk
Nancy			Turku
Wrocław			Morawa
Göteborg			Tuluza
Bruksela			Lwów
M. Ostrawa			Bruksela
Tuluza			Londyn
Hamburg		900	Mediolan
Lyon			Dniepropietrowsk
Londyn			W. Brytania
Poznań			Moskwa
Strassburg			Paryż
Sofia			Bukareszt
Berlin			Rzym
Limoges			Sofia
Bukareszt			Warszawa I
Mediolan			Burghead etc., Skopje
W. Brytania		800	Leningrad
Lwów			Saloniki, Rennes
Lipsk			Kijów
W. Brytania			Sztokholm
Warszawa I	400		Sottens
Marsylia			Hilversum
Monachium			Gliwice
Wiedeń			Ateny
Lipsk			
Rzym			Stalino, Limoges
Sztokholm		700	Bańska-Bystrica
Paryż			W. Brytania
Belgrad			Belgrad
Sottens			Rostów, Marsylia
Kolonia			Italia, Murmańsk
Limoges			Charków, Droitwich
Praga			Praga
Linz			
Bruksela			Bruksela
Florencja			Petrozawodsk
AFN, Niemcy	500	600	Lyon
Wiedeń			Sofia, Sundsvall
Ryga			Wiedeń
Stuttgart			Ryga
Beromünster			Helsinki, M. Ceneri
Budapeszt			Simferopol
Wilno			Budapeszt
Lublana			Beromünster
Hamar			
	600	500	

Fale długie

dotychczasowe	m	Kc/s	od 15 marca
		400	
Charków			
Bergen			
Saratów			
	1000	300	
Gdańsk			Mińsk
Leningrad			Praga
Oslo			Moskwa
Kijów			Lahti
Kalundborg			Leningrad
Luksemburg			Warszawa
Warszawa			Oslo
Leningrad			Kijów
Droitwich		200	Droitwich
Deutschlandsender			Motala
Moskwa			Ankara
Droitwich			Moskwa
Brasow			Allouis
Kowno	2000		Brasow

Inż T. Bzowski

Telewizja (X)

Odchylanie elektrostatyczne

Gdy mamy już strumień elektronów ukształtowany i skupiony na ekranie lampy, to przejdziemy teraz do sposobów odchylania go, aby mógł przebiegać po ekranie wytwarzając na nim obraz tła analizującego. Jak już wiadomo, dla uzyskania tego należy zastosować odchylenie poziome plamki świetlnej z częstotliwością zmian linii i pionowe — z częstotliwością zmian ramki.

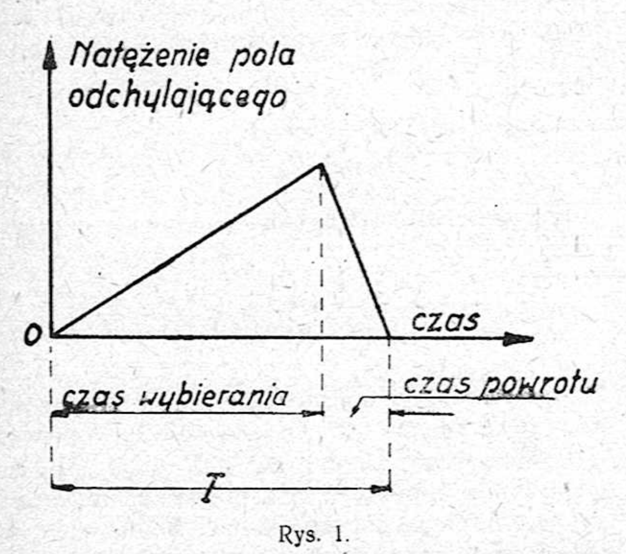
Odchylenie strumienia odbywa się przy pomocy pola elektrycznego lub magnetycznego. Praktycznie odbywa się to przez umieszczenie na małej części drogi strumienia elektronów, pól odchylających, które zmieniają kierunek torów elektronów o pewien kąt. Im dłużej strumień elektronów przebiega przez pole i im jest ono silniejsze, tym większy jest kąt odchylenia od pierwotnego kierunku.

Ponieważ strumień przy wybieraniu musi posiadać stałą szybkość przesuwania się, siła działająca na strumień musi zmieniać się ciągle, wywołując coraz to większe odchylenie, aż plamka osiągnie koniec linii. Wtedy siła zmienia swój kierunek wywołując powrót plamki na początek następnej linii.

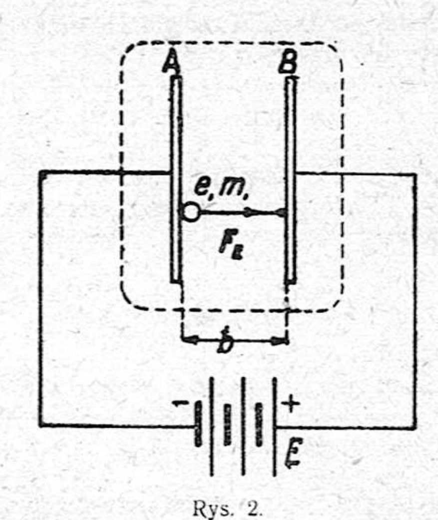
Celem uzyskania równomiernej zmiany siły działającej na strumień elektronów, pole odchylające (elektryczne lub magnetyczne) wzrasta ze stałą szybkością przy ruchu wybierającym. Przy ruchu powrotnym szybkość z jaką ono maleje musi być znacznie większa od szybkości wzrostu. (Rys. 1).

Te same uwagi dotyczą pól odchylających ramkę, aby wszystkie linie były rozmieszczone równomiernie na obrazie tła. Dla standartu 441 linii, przy wybieraniu międzyliniowym, ruch poziomy wybierający odbywa się 441 razy w czasie 1/25 sek., tzn. 11025 razy/sek.

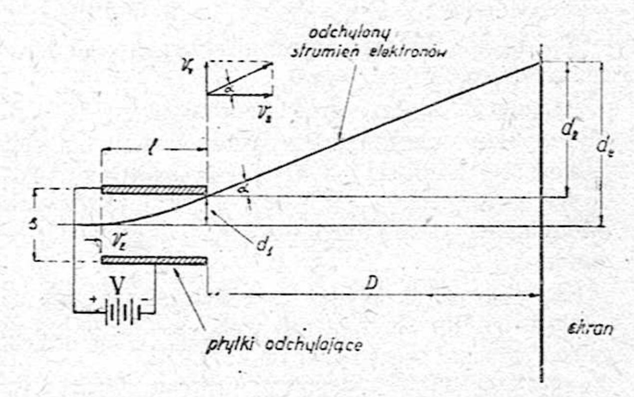
Pionowe odchylające pole posiada 50 ruchów wybierających na sekundę.



Rys. 1.
Kształt pola odchylającego w czasie. T — okres repetycji przebiegu



Rys. 2.
Ruch elektronów w polu elektrostatycznym



Rys. 3.
Geometria odchylania elektrostatycznego

Ponieważ cykl tych artykułów ma na celu wprowadzenie czytelnika w ogólną technikę telewizji, a w technikę odbiorników telewizyjnych w szczególności, zatem szerzej są omawiane zagadnienia odbiorcze, jak budowa lamp kinoskopowych, odchylania, zniekształcania i inne.

Wyprowadzamy teraz związek istniejący między natężeniem pola elektrycznego, szybkością elektronów i odchyleniem strumienia (rys. 2). Jeżeli elektrony wylatują z powierzchni A (katoda) w kierunku dodatnio naładowanej (do potencjału E) elektrody B (anody), przy założe-

niu, że pole między A i B jest jednostajne, wówczas na elektron działa siła:

$$F_E = e \frac{E}{b}$$

gdzie: e — ładunek elektronu
b — odległość między A i B.

Elektron po dojściu do płaszczyzny B, wykona pracę na drodze b o wielkości:

$$\alpha = F_E . b = e . E$$

Przez działanie siły F_E uzyska on szybkość końcową v, którą obliczymy z równania zachowania energii:

$$\frac{1}{2} m v_E^2 = e . E$$

gdzie $\frac{1}{2} m . v_E^2$ — energia kinetyczna uzyskana dzięki energii elektrycznej — eE.

skąd: $v_E = \sqrt{2\frac{m}{e}}$ i w jednostkach praktycznych

$$v_E = 5{,}95 . 10^7 \sqrt{E} ... /cm/sek$$

Dla przykładu podamy, że dla E — 5000 v szybkość elektronów wynosi: $v_E \cong 40.000$ km/sek.

Na rys. 3 widoczny jest prosty układ odchylenia elektrostatycznego.

Strumień elektronów przelatuje przez pole elektryczne odchylające z szybkością v cm/sek, utworzone pomiędzy dwoma równoległymi płytkami o długości l cm (długość działania pola odchylającego) i położonymi na odległości s od siebie.

Napięcie odchylające przyłożone do płytek odchylających wynosi V woltów, przy czym górna płytka ma potencjał dodatni.

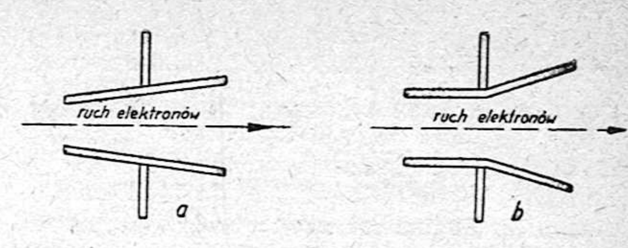
Gdy elektrony przelatują między płytkami, zaczyna na nie działać siła pola elektrycznego skierowana do góry prostopadle do ich ruchu o wielkości:

$$F_v = e \cdot \frac{V}{s}$$

z mechaniki wiemy, że działanie tej siły na masę m elektronu wywoła przyśpieszenie a wg wzoru:

$$F_v = a . m$$

Dalej dla ruchu jednostajnie przyśpieszonego mamy:



Rys. 4.
Kształty płytek odchylających.

$v_v = a . t$ gdzie: v_v — szybkość w kierunku pionowym przy wyjściu strumienia z pola
t — czas działania siły F

następnie mamy: $t = \frac{l}{v_E}$;

$$a = \frac{F_v}{m},$$

$$\text{skąd } v_v = a . t = \frac{F_v}{m} . \frac{l}{v_E} = \frac{e}{m} . \frac{V . l}{s . v_E}$$

Odchylenie strumienia na krańcu pola odchylającego wynosi:

$$d_1 = \frac{a . t^2}{2} = \frac{V . e . l^2}{2 . s . m . v_E^2}$$

Aby strumień nie uderzał przy odchylaniu w płytki musimy postawić warunek:

$$d_1 < \frac{s}{2}$$

Po wyjściu z pola strumień biegnie prostolinijnie i uzyska dodatkowe odchylenie na ekranie lampy w odległości D równe:

$$d_2 = D \frac{V_v}{v_E} = D \frac{V . e . l}{s . m . v_E^2}$$

Zatem całkowite odchylenie strumienia wynosi:

$$d_c = d_1 + d_2 = \frac{V . e . l}{s . m . v_E^2} \left(D + \frac{1}{2} l\right)$$

Ze wzoru widać, że odchylenie jest proporcjonalne do napięcia odchylającego (V). Ponieważ v_E jest proporcjonalne do $\sqrt{E}$ więc napięcie odchylające może być tym mniejsze, im mniejsze jest napięcie przyśpieszające E, dla tego samego odchylenia. Oprócz tego odchylenie jest wprost proporcjonalne do drogi działania po-

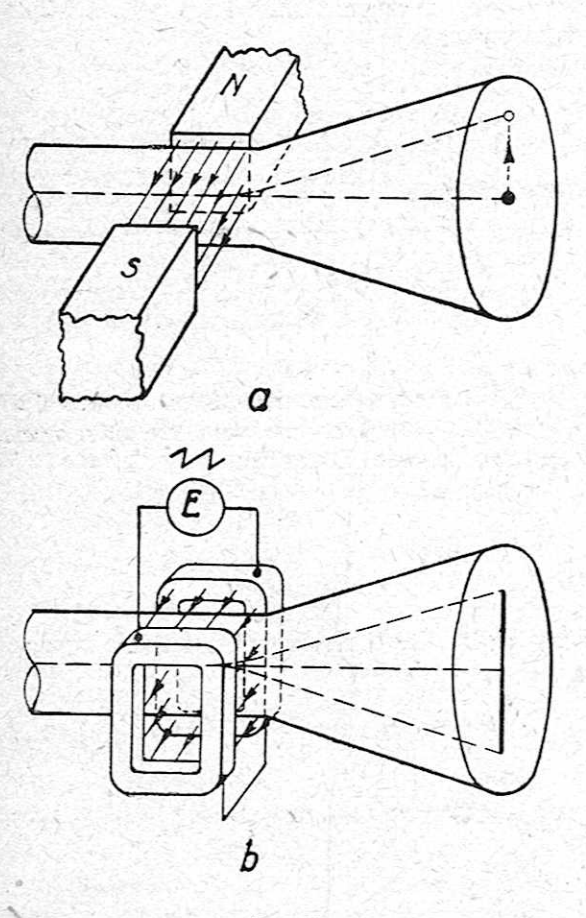
la (l), długości lampy D oraz odwrotnie proporcjonalne do odległości między płytkami (s).

Ponieważ w lampie gotowej wielkośc s, l, i D są już dane, więc zostaje tylko dwie wielkości dla zmiany odchylenia, a mianowicie E i V. W praktyce układ odchylający jest scharakteryzowany przez spółczynnik odchylenia, wyrażający ilość mm odchylenia plamki na 1 wolt przyłożonego napięcia odchylającego. Jest on zależny od E, co widać ze wzoru.

Właściwie wzór należy przepisać w formie:

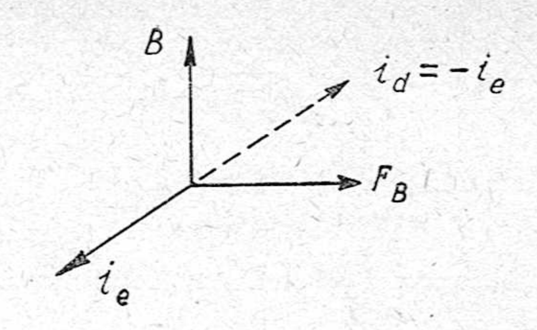
$$V = \frac{d_e . s . m . v_E^2}{e . l} \cdot \frac{1}{\left(D + \frac{1}{2} l\right)};$$

gdyż dla danej lampy należy określić napięcie odchylające. Przy dużych kątach odchylenia, płytki odchylające robi się rozbieżne względnie rozchylone do połowy od strony wylotu elektronów (rys. 4), ma to na celu uniemożliwienie uderzeń elektronów w płytki oraz zmniejsza długość lampy przy tej samej wielkości obrazu.



Rys. 5.

Układ odchylania elektromagnetycznego: a) — odchylenie polem stałym magnesu, b) — odchylanie polem zmiennym cewek

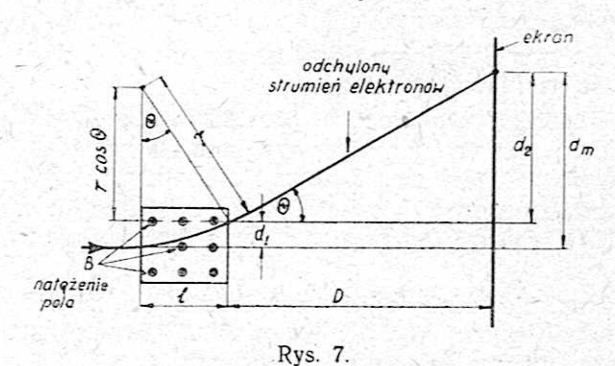


Rys. 6.

Obraz wektorowy oddziaływania pola magnetycznego na strumień elektronów, B — pole magnetyczne, i_e — strumień elektronów, i_d — prąd ładunków dodatnich odpowiadający i_e, F_B — siła oddziaływania pola B na strumień i_e

Odchylanie elektromagnetyczne

Przy stosowaniu odchylenia elektromagnetycznego wytwarzamy pole magnetyczne przy pomocy 2-ch cewek, przez które płynie prąd o kształcie pola na rys. 1. Oś cewek odchylających jest skierowana pod kątem prostym do osi lampy (rys. 5) i wówczas odchylenie strumienia elektronów następuje w kierunku prostopadłym do osi cewek i osi lampy wg reguły lewej ręki przyjmując odpowiednio, że prąd elektronów jest przeciwny do przyjętego kierunku ruchu dodatnich ładunków (rys. 6).



Rys. 7.

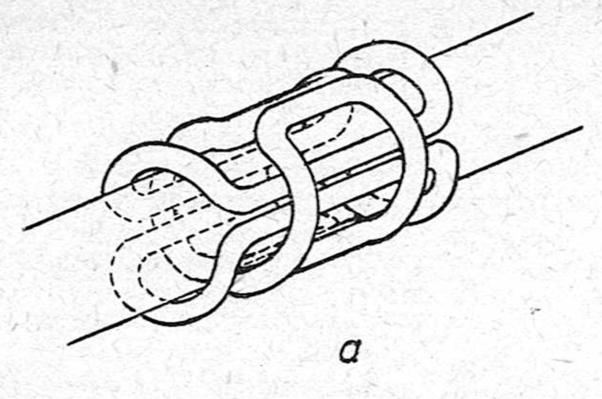
Geometria odchylania elektromagnetycznego

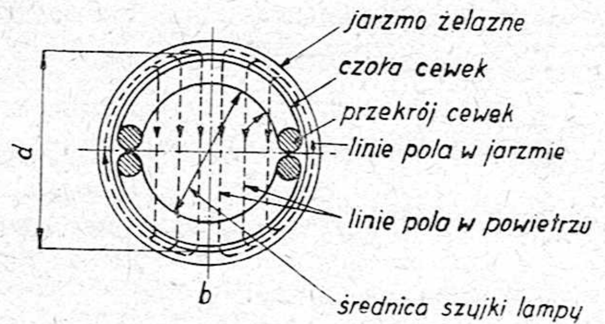
Pole magnetyczne wywiera tak długo działanie odchylające na strumień elektronów, jak długo elektrony w nim biegną.

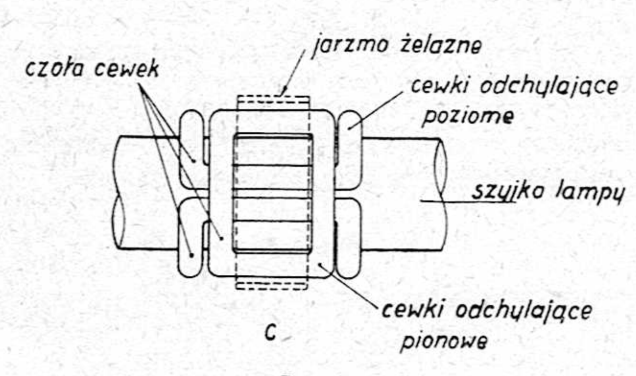
Tor elektronów w jednorodnym polu magnetycznym przebiega po obwodzie koła, po wyjściu zaś z niego droga elektronów przebiega po stycznej do obwodu koła, to jest po linii prostej.

Mechanizm odchylenia magnetycznego przedstawia się następująco (rys. 7); na elektron, biegnący z szybkością v_E działa stała siła prostopadła do linii sił pola:

$$F_B = B . i . \triangle l = B \frac{e}{\triangle t} \triangle l = B . e . v_E$$







Rys. 8.
Zespół cewek odchylających: a — perspektywa, b — przekrój poprzeczny, c — widok z boku

gdzie: B — natężenie pola magnetycznego
$\triangle l$ — element drogi elektronu
$\triangle t$ — czas przejścia przez elektron drogi $\triangle l$

Gdy B i v_E są stałe, siła ta jest stała, a więc powoduje zagięcie toru elektronu, który staje się częścią łuku koła, gdyż działa ona jako siła dośrodkowa. Wielkość siły odśrodkowej dla ruchu po kole wynosi:

$$F_o = \frac{m \cdot v_E^2}{r}$$

gdzie r — promień krzywizny toru.

Obie te siły muszą być sobie równe, skąd otrzymujemy promień krzywizny toru:

$$r = \frac{m}{e} \cdot \frac{v_E}{B}$$

Całkowite odchylenie d jest sumą dwóch odchyleń cząstkowych d_1 i d_2.

Odchylenia cząstkowe wynoszą:

$$d_1 = r - r \cos Q = r - r \sqrt{1 - \frac{l^2}{r^2}}$$

$$d_2 = D \cdot tgQ = \frac{Dl}{\sqrt{r^2 - l^2}}$$

oraz

$$d_m = d_1 + d_2 = r - r \sqrt{1 - \frac{l^2}{r^2}} + \frac{D \cdot l}{\sqrt{r^2 - l^2}}$$

Jeżeli $l \ll r$ co ma miejsce w praktyce, wzór na całkowite odchylenie upraszcza się do wartości:

$$d_m = \frac{D \cdot l}{r};$$

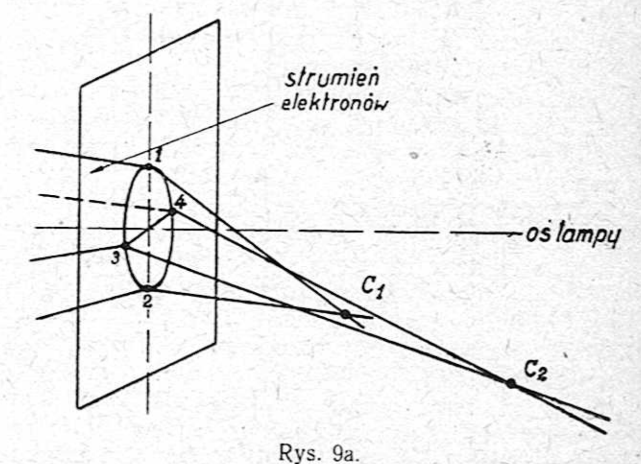
Do równania powyższego wstawiamy wartość na *r*, uzyskując ostatecznie:

$$d_m = \frac{D \cdot l \cdot e \cdot B}{m \cdot v_E}$$

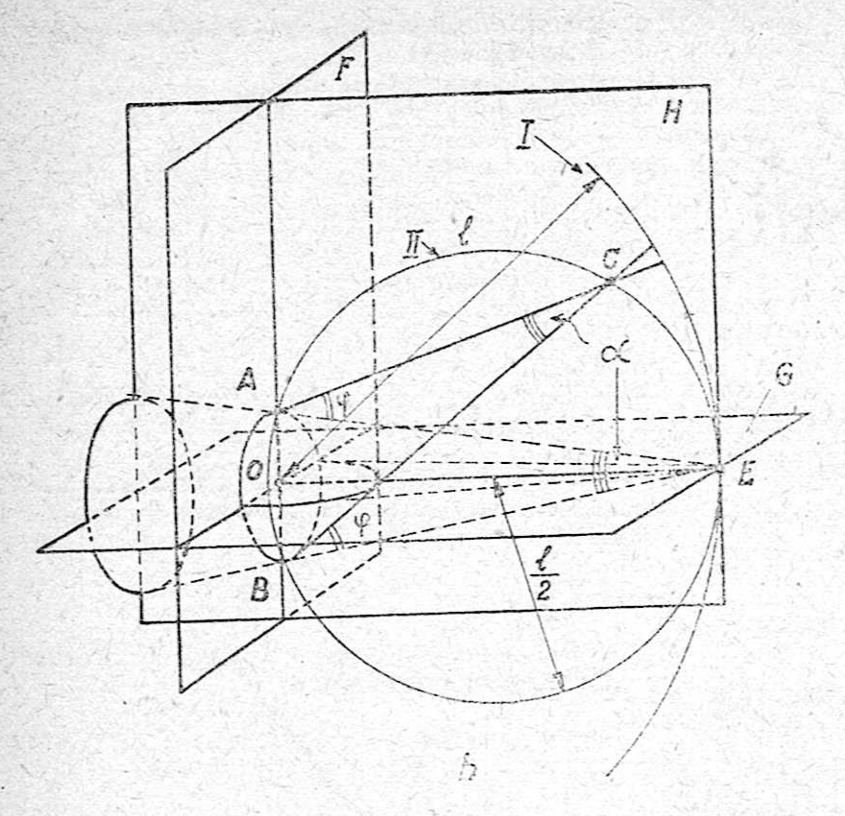
Z wzoru wynika, że odchylenie jest:

1) wprost proporcjonalne do natężenia pola magnetycznego B, długości pola magn. l, odległości ekranu od cewek odchylających D;
2) odwrotnie proporcjonalne do szybkości elektronów v , a tym samym odwrotnie proporcjonalne do pierwiastka kwadratowego z napięcia anody drugiej.

Wzór w tej postaci przy stosowaniu w praktyce sprawia trudności, dlatego po odpowiednim przeliczeniu podajemy go jako wielkość amperozwojów cewek odchylających, niezbędnych dla uzyskania żądanego odchylenia.



Rys. 9a.
Zjawisko dekoncentracji wywołane istotą odchylania elektromagnetycznego



Rys. 9b.

Obraz dekoncentracji przy odchylaniu elektromagnetycznym. I i II płaszczyzny kuliste, pomiędzy którymi zawarta jest koncentracja odchylanego strumienia

Dla powietrza ($\mu = 1$) oraz cewek zamkniętych jarzmem żelaznym o średnicy d (rys. 8).

$$B = \mu . H = H = \frac{0{,}4\,\pi . z . i}{d}$$

gdzie: z — liczba zwojów cewek odchylających
i — amplituda prądu zębatego
d — średnica wewnętrzna jarzma żelazn.

Po wstawieniu wartości na B i rozwiązaniu względem zwojów otrzymamy:

$$z . i . = 5{,}3 . d' . \sin Q \frac{\sqrt{E}}{l'}$$

gdzie: $d' \cong 1{,}25$ d — średnica zewnętrzna cewki
$l' = 1{,}15$ l—efektywna długość pola magnetycznego.

$$\sin Q = \frac{d_2}{D}$$

E — napięcie drugiej anody.

ERRATA

Telewizja (VIII) str. 15 szp. 2, wzór na okres posiada postać $T = 2\pi \frac{m}{eH}$

Inż. F. M.

Zasady obliczania odbiorników

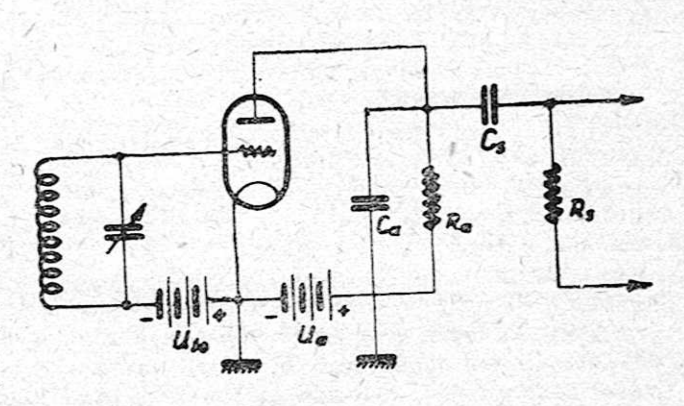
Część III.

Detekcja siatkowa

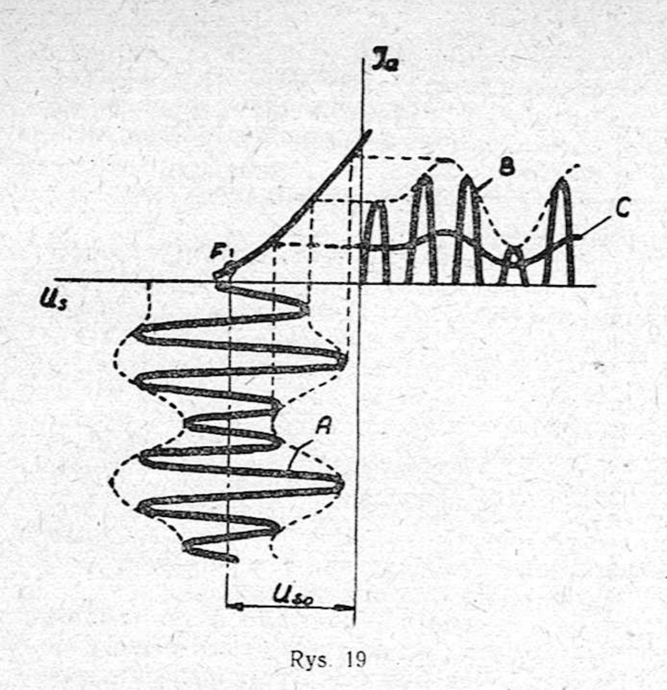
Drugim układem stosowanym w swoim czasie, jest układ detekcji anodowej; detekcja ma tu miejsce na skutek zakrzywienia charakterystyki anodowej lampy.

Rys. 18 przedstawia schemat takiego układu, zaś rys. 19 przebieg pracy detektora na charakterystyce lampy (prąd anodowy w funkcji napięcia siatkowego). Siatka lampy otrzymuje wstępne ujemne napięcie (U_{s0}), które ustala spoczynkowy pukt pracy na dolnym zakrzywieniu charakterystyki anodowej (punkt F).

Przy pojawieniu się modulowanego napięcia wielkiej częstotliwości (krzywa A) otrzymamy zmiany prądu anodowego przedstawione krzywą B. Krzywa ta zawiera składową stałą, składową małej częstotliwości oraz składową wielkiej częstotliwości. O obecności składowej małej częstotliwości łatwo się przekonać wykreślając średnią wartość prądu za każdy okres w. częst. Przy przejściu z jednego okresu w. częst. do drugiego, wielkość składowej stałej będzie się zmieniać. Krzywa C przedstawia przebieg składowej stałej wziętej



Rys. 18.



Rys. 19

za każdy okres w. częstotliwości; widzimy, że składowa stała zmienia się w takt częstotliwości małej.

W obwodzie anodowym znajduje się opór Ra i kondensator C_a. Kondensator C_a zwiera składową wielkiej częst. do ziemi, zaś na oporze Ra powstaje spadek napięcia, wywołany prądem anodowym zmieniającym się w takt małej częstotliwości.

Spadek napięcia na oporze Ra przekazuje się do siatki następnej lampy. W miejsce oporu anodowego może być włączony np. transformator m. częstotliwości, i wtedy napięcie na wyjściu będzie powiększone proporcjonalnie do przekładni transformatora.

Zależność przyrostu prądu anodowego ($\triangle I_a$) od amplitudy napięcia szybkozmiennego (Es) przedstawia rys. 20. Jak widzimy, w zakresie małych napięć charakterystyka jest krzywoliniowa, z czego wynika, że przy małych sygnałach występują zniekształcenia. Rozważania matematyczne wykazują, że spółczynnik zniekształceń przy małych sygnałach równa się:

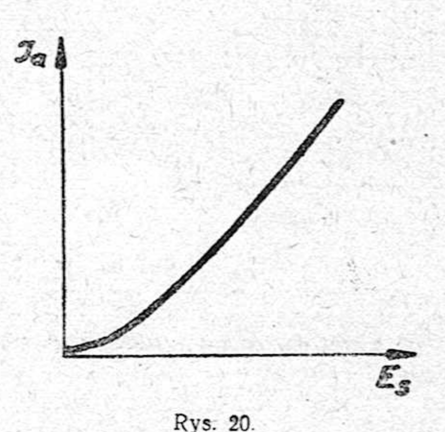
$$k = {}^1/_4 M$$

gdzie M — sp. głębokości modulacji. Na przykład przy 80% modulacji zniekształcenia wyniosą 20%. Przy większych sygnałach charakterystyka jest bardziej prostoliniowa i zniekształcenia są niewielkie.

Maksymalna wielkość sygnału fali niemodulowanej (U_{s0}) nie może przekraczać połowy ujemnego napięcia. W przeciwnym wypadku, przy szczytowej modulacji (M = 1) napięcie siatkowe stanie się dodatnie, pojawi się prąd siatki i wystąpią zniekształcenia na skutek przeciążenia poprzedzającego stopnia i obwodu rezonansowego.

W porównaniu z poprzednimi układami detektor anodowy ma stosunkowo duży opór wejściowy wobec braku prądu siatki. Nie należy jednak zapominać o wpływie kondensatora C_a zwierającego anodę do ziemi; wskutek pojemności siatka-anoda do obwodu siatkowego przenosi się również jak i w detektorze siatkowym składowa rzeczywista, która tłumi obwód rezonansowy sterujący siatkę lampy.

Ponieważ jednak praca lampy odbywa się na dolnym zakrzywieniu charakterystyki anodowej, gdzie nachylenie lampy jest małe, tłumienie obwodu wprowadzone tą drogą jest o wiele mniejsze aniżeli w detektorze siatkowym, w którym punkt pracy mieści się na prostoliniowej części charakterystyki o dużym nachyleniu.



Rys. 20.
(Na rysunku zamiast Ia winno być $\triangle$Ia)

W układach detekcji anodowej stosuje się zarówno triody jak i pentody w. częstotliwości. Te ostatnie pozwalają na pracę w górnym zakrzywieniu charakterystyki anodowej. Ma to pewne znaczenie dla detekcji małych sygnałów, przy których uzyskuje się w tym wypadku mniejsze zniekształcenia.

Pentody są jeszcze dlatego korzystniejsze, ponieważ uzyskuje się dzięki nim dość duże wzmocnienie. Jeżeli stosujemy sprzężenie oporowe z następnym stopniem (w anodzie pentody opór omowy), wtedy wzmocnienie jest zmniejszone i dlatego często zamiast oporu anodowego stosuje się dławik o dużej indukcyjności. Dławik ten dodatkowo bocznikuje się oporem, dzięki czemu uzyskuje się bardziej wyrównaną charakterystykę częstotliwości.

W układach detektora anodowego bardzo ważną kwestią jest właściwy opór dla ujemnego napięcia siatkowego. Optymalne napięcie różni się nieco nawet dla lamp tego samego typu, i dlatego prawie wyłącznie stosuje się automatyczny „minus" na siatkę włączając w katodę duży opór. Opór ten powinien być zablokowany dla małej i wielkiej częstotliwości i dlatego stosuje się elektrolityczny konden-

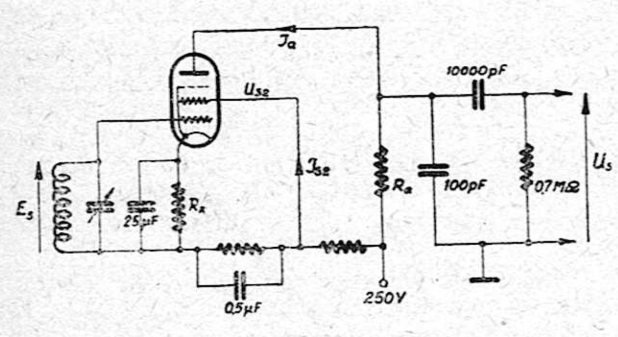
sator o pojemności np. 25 μF z równoległym kondensatorem 500 pF.

Wielkość napięcia wyjściowego określona jest wzorem

$$U_s = M \cdot E_s S_c \cdot Z$$

gdzie

U_s — napięcie wyjściowe małej częstotliwości
E_s — „ wejściowe w. częstotliwości (fala nośna)
M — sp. głębokości modulacji
Sc — nachylenie wypadkowe lampy równe w przybliżeniu 0,3 wartości nachylenia tej samej lampy pracującej w układzie wzmacniacza m. częst.
Z — oporność anodowa (w wypadku oporu omowego równa Ra).



Rys. 21.

Dla przykładu podajemy dane firmowe dla anodowego detektora z lampą AF7 wg układu jak na rys. 21.

Ra Meg	Rk omów	V_{s_2} V	Ia mA	I_{s_2} mA	$\frac{U_s}{E_s}$
0,3	10000	100	0,3	0,1	8
0,1	10000	100	0,3	0,1	5

Kolumna 6 podaje wzmocnienie detektora (stosunek napięcia małej częstotliwości do napięcia wielkiej częstotliwości przy 30% modulacji, zmierzone przy 2 V napięcia na wyjściu.

Porównanie omówionych układów detekcyjnych

Z trzech rozpatrzonych wyżej układów najbardziej szerokie zastosowanie w nowoczesnych odbiornikach ma detektor diodowy. Najważniejszą zaletą tego detektora są b. małe zniekształcenia; charakterystyka detekcji jest prostoliniowa dla napięć od około 0,1 volta. Oprócz tego w detektorze diodowym łatwiej jest oddzielić wysoką i niską częstotliwość aniżeli w detektorze siatkowym lub anodowym. Charakterystyka detekcji w układach detektora siatkowego lub anodowego posiada o wiele krótszy odcinek prostoliniowy.

W detektorze anodowym długość prostoliniowej części ograniczona jest pojawieniem się prądu siatkowego; w detektorze siatkowym ograniczenie występuje na skutek powstawania detekcji anodowej. Jak z tego wynika, w odróżnieniu od detektora diodowego, w wymienionych układach występują poważne zniekształcenia przy przeciążeniu (przy dużych sygnałach).

Przy detekcji małych sygnałów wszystkie typy detektorów są jednakowe z punktu widzenia zniekształceń. Spółczynnik zniekształceń równy jest ¼ sp. głębokości modulacji.

O ile chodzi o sprawność, to największą czułość posiada detektor siatkowy (przy słabych sygnałach); zaleta ta miała wielkie znaczenie w pierwszych typach odbiorników. Do czasu pojawienia się lampy ekranowej (1926 r.) trudno było zapewnić doprowadzenie dostatecznie dużych sygnałów w. częst. na wejściu detektora, i dlatego też szeroko stosowano detektorowanie małych sygnałów.

Obecnie przy stosowaniu lamp o dużym wzmocnieniu i małych pojemnościach siatka anoda, nie ma żadnych trudności w uzyskaniu odpowiednio dużych napięć na wejściu detektora i dlatego zaleta dużej czułości detektora siatkowego ma dzisiaj praktyczną wartość jedynie w prostych odbiornikach.

Detektor anodowy w porównaniu z pozostałymi układami ma tę zaletę, że jego opór wejściowy jest bardzo wielki i praktycznie nie pobiera żadnej mocy do sterowania. Ta zaleta jest zasadniczą przyczyną stosowania detektora anodowego w różnych układach pomiarowych w roli woltomierza lampowego. W układach odbiorczych, detekcji anodowej praktycznie dzisiaj się nie stosuje.

Zestawiając raz jeszcze właściwości poszczególnych układów możemy powiedzieć, że mają one następujące zalety i wady:

I. DETEKTOR DIODOWY

Zalety

1. Zniekształcenia przebiegów m. częstotliwości maleją ze wzrostem sygnałów w. częstotliwości.
2. Dobierając wartości elementów można uzyskać detekcję bez zniekształceń przy najgłębszej modulacji.
3. Sterujący obwód jest tłumiony jedynie przewodnością o charakterze rzeczywistym.
4. Wielkość sterującego napięcia wielkiej częstotliwości jest prawie nieograniczona.

Wady

1. Detektor diodowy wprowadza stratę wzmocnienia (wzmocnienie mniejsze od jedności). Wielkość tej straty możemy zmniejszyć dobierając odpowiednio wartość R i C.
2. Przewodność diody wywołuje tłumienie obwodu sterującego. Efekt ten możemy zmniejszyć stosując dużą wartość oporu roboczego R.

II. DETEKTOR SIATKOWY

Zalety

1. Układ jest b. czuły dla małych napięć w. częstotliwości.
2. Wzmocnienie detektora jest prawie równe wzmocnieniu lampy w układzie wzmacniacza m. częstotliwości.
3. Zniekształcenia są niezbyt wielkie przy założeniu, że napięcie wejściowe jest małe (praktycznie nie większe od 1 volta).

Wady

1. Obwód wejściowy jest tłumiony przez prąd siatkowy oraz przez składową rzeczywistą przenoszoną z obwodu anodowego wskutek pojemności siatka-anoda.
2. Wielkość sygnału sterującego jest ograniczona dolnym zagięciem charakterystyki lampy (we współrzędnych I, , U,).

III. DETEKTOR ANODOWY.

Zalety

1. Obwód wejściowy nie jest tłumiony prądem siatki.
2. Tłumienie wniesione przez pojemność siatka - anoda jest niewielkie, ponieważ nachylenie lampy (S) w punkcie pracy jest małe.
3. Układ daje wzmocnienie.

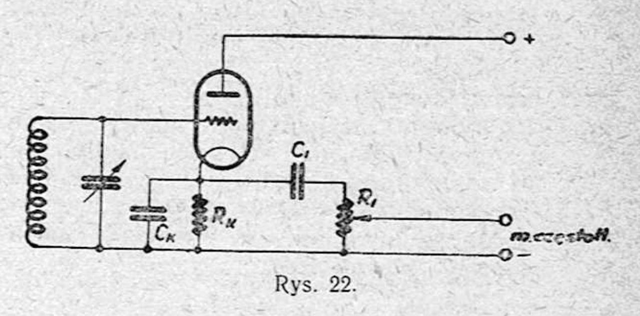
Wady

1. Czułość układu dla słabych sygnałów jest mała.
2. Zniekształcenia są na ogół wysokie; zmniejszają się one dla sygnałów większych płytko modulowanych.
3. Maksymalna wielkość sygnału w. częstoliwości ograniczona jest pojawieniem się prądu siatki.

Detektor z ujemną reakcją

zwany w literaturze obcej jako detektor o nieskończenie wielkim oporze wejściowym (Infinite input impedance detector) lub „Reflex detector", jest detektorem anodowym ze 100% ujemną reakcją.

Na rys. 22 widzimy tego rodzaju układ; w katodzie włączony jest opór katodowy Rk o dużej wartości (0,1 do 1Meg) zablokowany kondensatorem Ck.



Rys. 22.

Gdy pojawi się sygnał na siatce, wyprostowany prąd anodowy wywołuje spadek napięcia na oporze katodowym Rk i ładuje kondensator Ck do wielkości równej w przybliżeniu amplitudzie napięcia wielkiej częstotliwości; w rezultacie otrzymujemy efekt końcowy taki sam jak w detektorze diodowym.

Składowa stała tego napięcia daje równocześnie duży minus na siatkę lampy, tak że prąd siatkowy nie występuje i nie wprowadza tłumienia do obwodu wejściowego. Dzięki 100% ujemnej reakcji zniekształcenia są tu mniejsze aniżeli w detektorze diodowym. Napięcie małej częstotliwości na wyjściu jest tak duże jak w detektorze diodowym, a zatem wzmocnienie detektora jest mniejsze od jedności (w praktyce 0,9).

Maksymalna wielkość napięcia uzyskiwana na wyjściu bez przeciążenia może wynosić około połowę napięcia zasilającego anodę. Ograniczenie, wywołane jest pojawieniem się prądu siatki i powstaniem zniekształceń; punkt powstania prądu siatki można przesunąć zwiększając napięcie anodowe.

Podobnie jak w detektorze diodowym, występują i tu zniekształcenia, o ile spółczynnik głębokości modulacji przekroczy wartość stosunku oporu obciążenia dla prądu zmiennego do oporu dla prądu stałego.

Detektor tego typu posiada jednak wadę, która nie pozwoliła na szerokie zastosowanie tego układu w odbiornikach. Mianowicie, ponieważ uziemiony jest tu ujemny biegun napięcia składowej stałej występującej na oporze Rk, nie możemy wykorzystać tego układu dla automatycznej regulacji siły głosu. Układ ten da się jednak połączyć z tak zwaną wzmocnioną automatyką (wzmacnia się dodatkową lampą napięcie składowej stałej).

Oprócz tej wady, można też mieć jeszcze zastrzeżenia odnośnie szumów wywołanych obecnością dużego oporu (Rk) pomiędzy kato-

dą a ziemią; w ten sposób zakłócenia ze strony grzejnika katody mogą przedostawać się do stopni następnych wraz z modulacją.

(d. c. n.)

ERRATA

W poprzednim numerze na str. 21 podano niekompletną i błędną tabelkę wartości dla detektora siatkowego, za co Czytelników przepraszamy.

Poprawną tabelkę umieszczamy obok.

Ra Meg	Rs_2 Meg	Ia mA	Is_2 mA	U sk. dla M = 0,3 V	U sk. V	E sk V
0,2	0,6	1,15	0,35	16	0,33	0,033
0,2	1,0	0,8	0,23	11,5	0,33	0,033
0,1	0,3	2,1	0,7	19	0,33	0,038
0,1	0,5	1,5	0,45	14	0,33	0,038
0 05	1,3	3,7	1,3	18	0,33	0,042
0,05	0,65	2,4	0,65	12	0,33	0,044

Przegląd schematów

Na schemacie Nr 74 widzimy układ odbiornika Nora W 791. Jak widać już z pobieżnego przeglądu oraz zestawu lamp, jest to aparat wysokiej klasy. Na wejściu widzimy filtr wstęgowy o sprzężeniu indukcyjnym z anteną oraz pomiędzy obwodami strojonymi, przy czym każdy obwód jest dostrajany i rdzeniem, i trimmerem. Obwód oscylatora nie przedstawia cech szczególnych, z tym może wyjątkiem, że opory antyparazytowe figurują aż dwa.

Filtr pośredniej częstotliwości (468 kc/s) ma regulowaną wstęgę za pomocą zmienianego sprzężenia. Również i drugi filtr jest równocześnie regulowany, co należy raczej do wyjątków. Na jednej osi związana z tą regulacją jest również kontrola barwy głosu, umieszczona w anodzie lampy wzmocnienia niskiej częstotliwości. Regulacja siły głosu posiada korektor (5OKΩ, 20 TpF) dostosowujący charakterystykę do właściwości ucha. Na niskim poziomie mianowicie faworyzuje się sztucznie niskie tony, które ucho ludzkie odczuwa wtedy słabo.

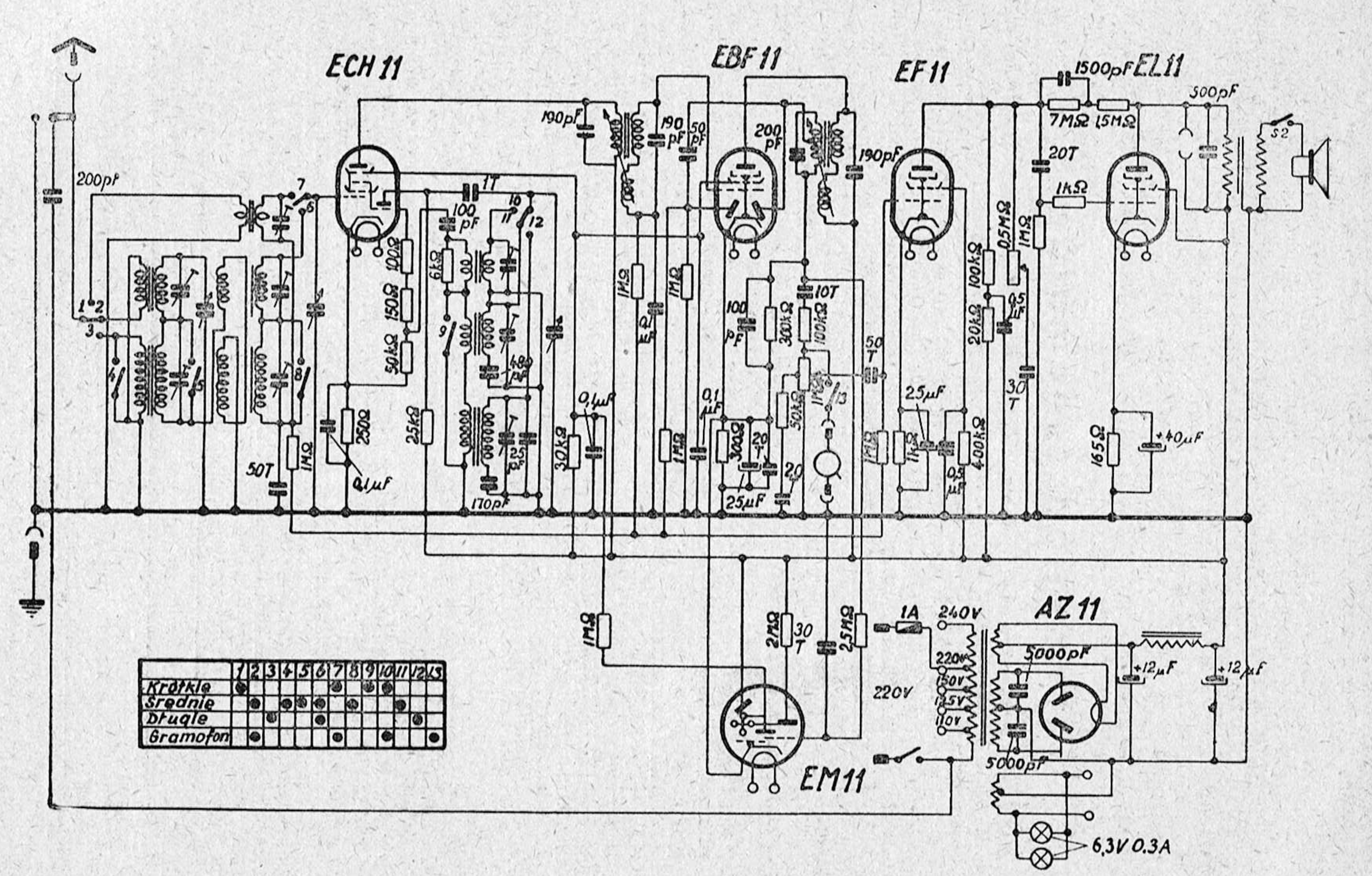
Poza wciągnięciem lampy niskiej częstotliwości EF 11 do łańcucha automatyki oraz, normalnym zresztą, zastosowaniem ujemnego sprzężenia zwrotnego, odbiornik nie posiada innych cech szczególnych. Jest to jeszcze jeden dowód na to, że jakość aparatu niewiele zależy od skomplikowania układu.

*

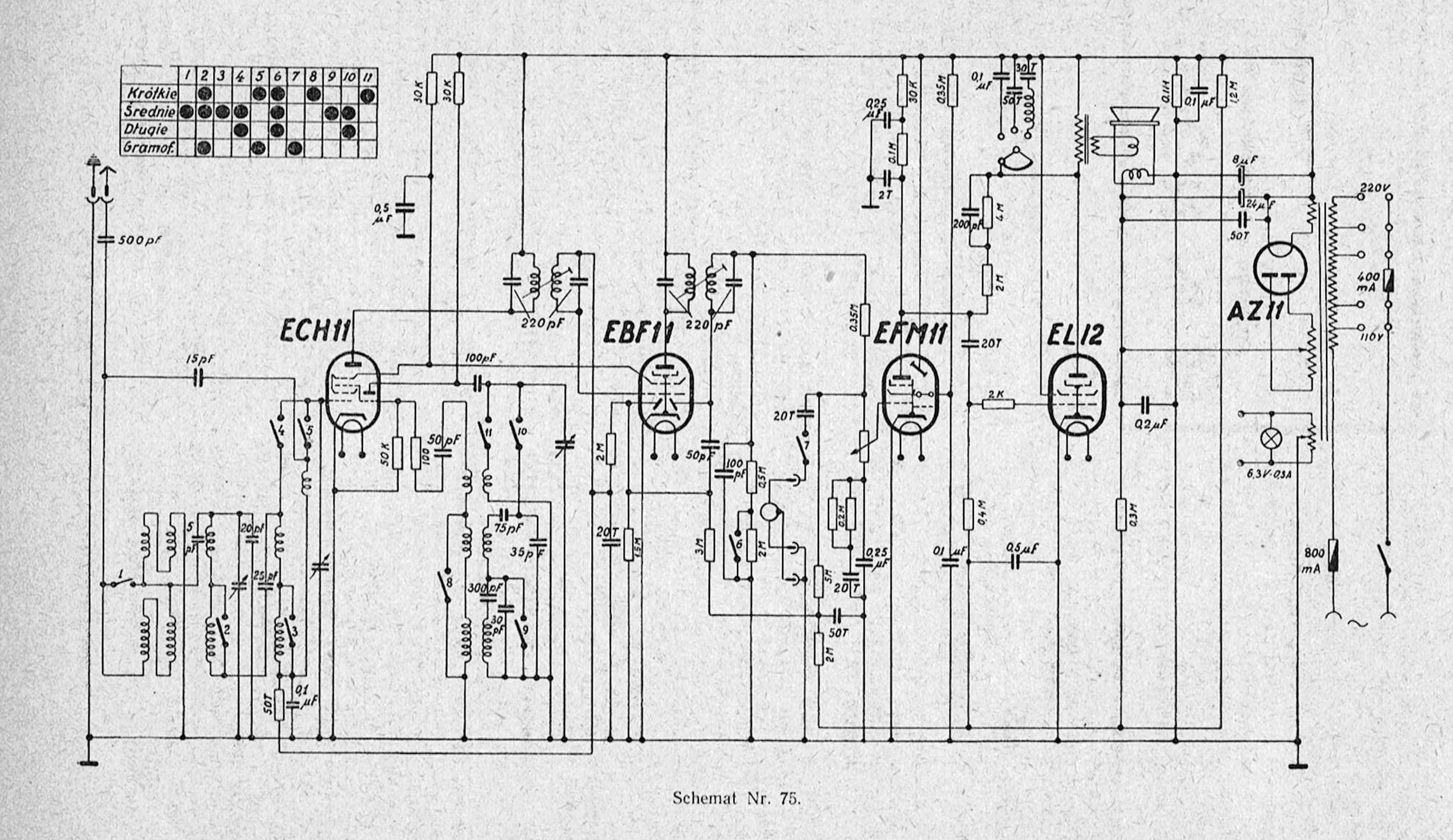
Układ odbiornika Lumophon WD507, wskazany na schemacie Nr 75 jest, pod niektórymi przynajmniej względami, przeciwstawieniem tych cech. Jego układ wejściowy jest analogiczny: filtr wstęgowy o sprzężeniu indukcyjnym z anteną i pomiędzy obwodami. Tylko w zakresie fal krótkich widzimy bezpośrednie sprężenie pojemnościowe małym kondensatorkiem 15 pF. Filtry pośredniej częstoliwości (468 kc/s) nie są regulowane: selektywność jest niezmienna. Za to już od stopnia detekcji zaczynają się „oryginalności", których celu właściwego, t.j. chyba ulepszenia układu i jego pracy — trudno dociec. Przede wszystkim więc lampa głośnikowa pobiera swój ujemny potencjał siatki z całego uzwojenia wzbudzenia głośnika, umieszczonego po stronie uziemienia, w tzw. ogólnym minusie. Ponieważ napięcie tak uzyskane jest zbyt wysokie (kilkadziesiąt wolt), a nawet jest sztucznie zwiększone przez obciążenie drugiego elektrolitu oporem upływowym 0,1 MΩ, więc do tej samej siatki prowadzi od plusa opór wyrównawczy 1,2 MΩ. W ten sposób minus kilkadziesiąt woltów przez opór 0,3 MΩ oraz plus dwieście kilkadziesiąt woltów przez opór 1,2 MΩ mają w wyniku dać dokładnie te — 7 woltów potrzebne siatce lampy głośnikowej EL 12. Jeśli sobie uświadomimy, jak czuła pod względem poboru prądu jest lampa o wielkim nachyleniu EL 12 — przy zmianie o nawet część wolta ujemnego przednapięcia siatki, trudno oprzeć się zdziwieniu, jeśli nie zdumieniu, że układ taki działa i to działa stabilnie przez długie okresy czasu. Już mierząc napięcia w różnych punktach tego układu, przy pomocy nawet czułego przyrządu, powstają znaczne skoki prądu anodowego EL 12. W razie zaś konieczności wymiany jednego z oporów łańcucha ujemnych napięć, mogą powstać poważne trudności z dobraniem wartości dostatecznie dokładnych. Dla tych, którzy nie znają tego schematu i jego zasady, operacja taka może sprawić kłopoty. W każdym razie jedynym punktem pomiaru właściwym do tych zabiegów jest kontrolowanie prądu anodowego lub jeszcze lepiej katodowego lampy EL 12. Opory należy dobierać tak długo, aż prądy te będą normalne.

Układ zasilania siatek nie kończy się na EL 12. Poprzez opory 2 MΩ, 5 MΩ sięga on siatki lampy niskiej częstotliwości i zarazem oka magicznego EFM 11 i odkłada się dalej na oporach 0,35 MΩ oraz 0,5 MΩ. Dodatkowy opór w tym łańcuchu 2 MΩ czynny jest tylko przy pracy z adaptera i zwiększa wtedy ujemne przednapięcie EFM 11.

Z innych cech tego odbiornika zwrócimy jeszcze tylko uwagę na regulację barwy głosu skokami na pierwotnym uzwojeniu transformatora głośnikowego, przy czym jedna z pozycji włącza filtr przeciw interferencji 9 kc/s.



Schemat Nr. 74.



Schemat Nr. 75.

Odpowiedzi Redakcji

Szczęśniak Zbigniew. Kraków. Kielecka 29.
Wychodząc z definicji czułości odbiornika, której miarą jest wielkość napięcia wejściowego dla uzyskania ustalonej mocy na wyjściu, skuteczne jej powiększanie można uzyskać zarówno przez dodanie stopnia wysokiej częstotliwości jak i przez dodanie stopnia częstotliwości pośredniej. Pierwszy sposób jest bardziej celowy ze względu na jednoczesny wzrost selektywności aparatu. Układ dwóch cewek w obwodzie siatkowym oscylatora powiększa tzw. dobroć obwodu przez zmniejszenie oporu rzeczywistego, co wpływa również na zmniejszenie strat i powiększenie selektywności.

Inż. Juliusz Meus. Poznań. Konopnickiej 20 — 2.
Schemat dobrego odbiornika kryształkowego oraz wzmacniacza małej częstotliwości znajdzie Pan w nr 1 mies. „Radioamator". Rozbudowa detektora w celu uzyskania wzmocnienia wysokiej częstotliwości prowadzi najpierw do odbiornika dwuobwodowego, a następnie supera, gdzie kryształek spełniać będzie rolę diody.

Stankiewicz Karol. Oświęcim, Wałowa 2.
Lampy, o które P. zapytuje, są prawdopodobnie lampami regulacyjnemi — danych szczegółowych nie posiadamy. Napięcia żarzenia następnych lamp są kolejno: 6,3V; 4V; i 6,3V; Dla uzyskania potrzebnych części radzimy nabyć zdekompletowane chassis odbiornika do rozbiórki. Opis omomierza w układzie mostkowym podaliśmy w nr. 1/2 mies. „Ra" z r. 1949. Katalogi lamp, jak nam wiadomo, są w tej chwili wyczerpane.

Krzysztofek Edmund. Niepołomice. Kościuszki 48.
Dwuzakresowy i dwuobwodowy odbiornik Mende 185 W przystosowany jest do pracy z następującymi lampami: AF3, AF7, AL4, AZ1.

KUPON Nr 34

na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko ....

Adres ....

....

Szkoła Powszechna Nr. 8. Gniezno.
Posiadanie instalacji radioodbiorczej zobowiązuje do wpłacania opłaty abonentowej. Z książek radiotechnicznych najwłaściwszymi wydają się: podstawy radiotechniki w jakimkolwiek wydaniu. (np. „Fizyczne podstawy radiotechniki" wydane przez R. I. W. w cenie 800 zł). Kondensatory można nabyć w sklepach ze sprzętem radiowym.

Drewniakowski. Łódź. Słowiańska 24.
Do dwójki bateryjnej można użyć kondensator o pojemności 500 cm. typu mikowego lub lepiej powietrznego. Jednoobwodowy zespół cewek umieszcza się na jednym cylindrze o średnicy 20 — 25 mm., przy czym użycie rdzenia nie jest konieczne. Lampy RV2, 4P700 nie są produkowane w kraju — jako zastępcze można użyć typy: KF3 i KL1.

Nizielski Stanisław. Sobótka, pow. Wrocław. Czerwonej Armii 18 — 4.
Opis detektora z rysunkami znajdzie Pan w nr. 1 i 2 tygodnika R. i Św. z roku 1948. Połączenia przewodów muszą być w miejscu styku lutowane dla zapewnienia dobrego kontaktu. Napięcie sieci oświetleniowej można obniżyć przy pomocy transformatora np. typu dzwonkowego, który pozwoli żarzyć małą żaróweczkę 2 — 4 lub 6 woltową. Z samego drutu głośnika zrobić nie można, ponieważ musi on składać się z magnesu, cewki, membrany papierowej i metalowej obudowy.

Ślązak Jan. Włochy k/W-wy. Krasińskiego 37 — 3.
Zamiast lampy RV2,4P700 można użyć typ RV2P800 bez dokonywania żadnych zmian w odbiorniku. Należy tylko uwzględnić konieczność zmiany napięcia żarzenia z 2,4 wolta na 1,9 wolta.

Wenda Julian. Wronki. F-ka wyrobów tłoczonych. Samołęska 3.
Schematu odbiornika Saba 357WKH nie posiadamy. Radzimy nadesłać możliwie dokładny opis lub schemat fragmentu odbiornika, gdzie pracowały przebite kondensatorki, co umożliwi nam określenie ich pojemności.

Przybylski Eugenisz. Poznań, Chełmińska 13 — 6.
W nadesłanym schemacie dwustopniowego wzmacniacza brak oporu katodowego w obwodzie pierwszej lampy, którego wartość winna być 900 omów. Poza tym wejście wzmacniacza wymaga dopasowania do oporności urządzenia, z którym będzie on pracować.

Tucholski Kazimierz.
Opis i schemat jednolampowego wzmacniacza do odbiornika kryształkowego znajdzie Pan w nr 1 miesięcznika „Radioamator".

Barański Witold. Hrubieszów, Krucza 12.
Opracowane w miesięczniku transistory nie

pojawiły się jeszcze na naszym rynku, a co do ich praktycznego zastosowania to jak dotąd nie wyszło ono z fazy doświadczeń i prób.

Koźliński Edmund. Grudziądz, Forteczna 20.
Wymieniony przez Pana odbiornik „Natawis Imperator" jest apratem starego typu, którego schematu redakcja nie posiada i nie przewiduje umieszczenia go w miesięczniku. Radzimy skorzystać ze schematu innego odbiornika, pracującego na tych samych lampach.

X Talar Józef. Wrocław, Głogczycka 8.
Schemat odbiornika z lampą prostowniczą AZ11 jest prawidłowy. Odbiornik przewidziany jest na zakresy krótko-średnio- i długofalowe i na tych zakresach powinien zapewnić odbiór kilkudziesięciu stacji.

Transformator sieciowy oraz dławik można użyć dowolnie mały z najprostszego nawet odbiornika. Transformator wyjściowy powinien mieć odczepy, umożliwiające właściwe dobranie oporności dopasowania. Głośniki dynamiczne małej mocy (do 6 woltów), jakie mają najszersze zastosowanie, posiadają oporność rzędu kilku omów.

Kucharski Andrzej. Inowrocław, Poznańska 20 — 5.
Dane poszczególnych cewek, pracujących w turystycznej dwójce bateryjnej, głównie zaś ilość zwojów wynika ze wzoru

$$N = \sqrt{\frac{L(102S + 45)}{D}};$$

Znając indukcyjność „L" dla fal średnich i długich, która wynika z zależności

$$L\mu H = 0{,}283\ \frac{\lambda^2_{max}(m)}{500}$$

oraz średnicę cewki D (np. 2 cm.), a następnie przyjmując $S = \frac{1}{3}$, otrzymamy poszukiwaną wartość N.

Bylina Czesław. Strzybnica, pow Tarnowskie Góry, Kościelna 67.
Lampy serii „K" można użyć na miejscu bateryjnych, typów lamp „RV" po zmianie podstawek w odbiorniku. Zakres krótkofalowy do „jednoobwodówki" można dobudować przez włączenie w szereg z cewkami istniejącymi zespołu krótkofalowego np. takiego, jaki opisaliśmy w nr. 1/2 mies. z 47 r.

Wielki konkurs z nagrodami

Radziecki miesięcznik o tej samej nazwie „Radio" ogłosił ciekawy konkurs na uzupełnienie schematu popularnego odbiornika superheterodynowego. Idąc za tym przykładem opracowaliśmy analogiczny problem, w dostosowaniu do często u nas spotykanego zestawu lamp (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11).

Schemat odbiornika podany został w ten sposób, że wielu połączeń nie narysowano lecz niepołączone miejsca oznaczono numerami. Poza tym brak jest w układzie czterech detali, a mianowicie dwóch kondensatorów i dwóch oporów, oznaczonych osobno, u dołu.

KUPON KONKURSOWY

Imię ....

Nazwisko ....

Adres ....

....

Wiek, zawód, wzgl. szkoła ....

....

od kiedy zajmuje się radioamatorstwem

....

Rozwiązanie zadania będzie więc miało wygląd następujący:

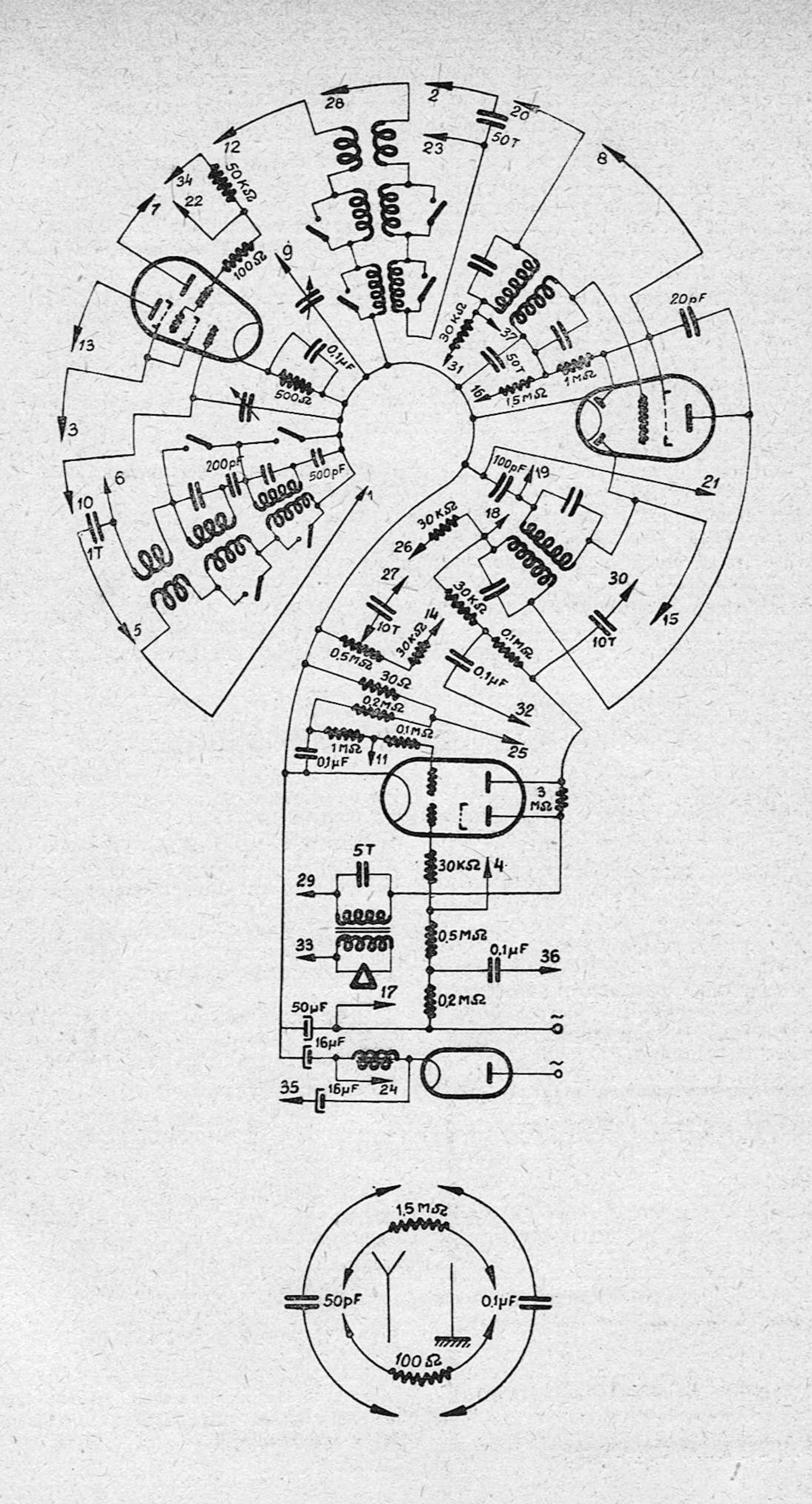
1. Antenę dołącza się do Nr. ...
2. Uziemienie dołącza się do Nr. ...
3. Kondensator 50 pF dołącza się do Nr. ... i do Nr. ...
4. Kondensator 0,1 μF dołącza się do Nr. ... i do Nr. ...
5. Opór 1,5 MΩ dołącza się do Nr. ... i do Nr. ...
6. Opór 100 Ω dołącza się do Nr. ... i do Nr. ...
7. Nr. ... należy połączyć z Nr. ... oraz z Nr. ...
8. itd. itd.

Poza tym w schemacie brak jest w dwóch miejscach numerów, lecz połączenia muszą być zrobione. Poza tym należy skorygować małą pomyłkę rysownika.

Odpowiedzi prosimy kierować do Redakcji Mies. „Radio" Warszawa, Al. Stalina 21, z wyraźnym oznaczeniem na kopercie „Konkurs". Oprócz nazwiska i imienia oraz adresu uczestnika, prosimy podać wiek, zawód względnie szkołę oraz od kiedy zajmuje się radioamatorstwem.

Konkurs dostępny jest oczywiście tylko dla amatorów.

Dla pierwszych rozwiązań prawidłowych Redakcja przeznacza **szereg nagród książkowych, a wśród nich szereg wartościowych dzieł z radiotechniki.**



28
2
20
50T
23
8
12
50KΩ
34
22
1
100Ω
9
13
0,1μF
500Ω
30KΩ
37
31
50T
16
1,5MΩ
1MΩ
20pF
3
200pF
500pF
100pF
19
21
10
6
1T
1
30KΩ
26
18
27
30
10T
14
30KΩ
30KΩ
0,1MΩ
15
5
0,5MΩ
0,1μF
10T
30Ω
0,2MΩ
32
1MΩ
0,1MΩ
25
0,1μF
11
3 MΩ
5T
29
30KΩ
4
33
0,5MΩ
0,1μF
36
17
50μF
0,2MΩ
16μF
35
16μF
24
1,5MΩ
50pF
0,1μF
100Ω

Decybele I

W pomiarach i obliczeniach urządzeń komunikacji elektrycznej bardzo jest dogodne wyważanie stosunku dwu mocy elektrycznych lub akustycznych w skali logarytmicznej. Logarytm stosunku dwu mocy P_1 i P_2 nazwano więc b e l e m na cześć wynalazcy telefonu Grahama Bella:

$$\text{Bel} = \lg \frac{P_2}{P_1}$$

Jednostka ta jest jednak zbyt duża dla praktycznego użytku, w powszechnym zastosowaniu jest więc jednostka dziesięć razy mniejsza, zwana decybelem. Ilość decybeli N oblicza się więc ze wzoru

$$N = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ decybeli}$$

Jeśli moc P_2 jest większa od P_1 mamy z y s k mocy i N jest wielkością dodatnią. Jeśli zaś P_2 jest mniejsze od P_1 mamy s t r a t ę mocy i N jest wielkością ujemną. Można zresztą obliczyć N dla stosunku odwrotnego P_1 P_2 i dać znak — (minus) przed rezultatem.

Jeśli moc P_1 i P_2 wydziela się na jednej i tej samej zawadzie, bądź też zawady są równe, wtedy można napisać

$$N = 10 \lg \frac{V_2^2}{Z} \cdot \frac{Z}{V_1^2} =$$

$$= 10 \lg \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 = 20 \lg \frac{V_2}{V_1}$$

i wzór przybierze tę popularną postać. Wzór ten jest w tak powszechnym użyciu, że warunek powyższy, o jednakowych zawadach, idzie często w zapomnienie. Wyniknąć stąd może błędna interpetacja wyników i dlatego uznaliśmy za właściwe podkreślenie tego istotnego ograniczenia notacji decybelowej.

Mimo rozpowszechnienia, tablice decybeli, w układzie przejrzystym i dostosowanym do praktyki, są raczej rzadkie. Popularne tabele z katalogu f. General Radio są zbyt dokładne i zbyt obszerne. W praktyce nie szuka się tutaj tak wielkiej dokładności i z tego powodu podawanie aż czterech znaków cyfrowych jest tylko obciążeniem. Za każdym niemal razem trzeba uzyskiwane cyfry zaokrąglać do trzech znaków, a nawet do dwóch. Tabele te nieco więc skróciliśmy, do trzech znaków mianowicie, i przedstawiliśmy w dogodniejszej postaci osobno dla zysku i osobno dla straty.

Póki więc liczba decybeli, dla których chcemy dowiedzieć się odpowiadających stosunków napięć, zawiera się pomiędzy + 20 a 0 i 0 a — — 20, znalezienie cyfry z tablic jest najzupełniej oczywiste. Jeśli liczba decybeli przekracza te granice, postępujemy jak następuje: dla liczby decybeli większej od + 20 osób, odejmujemy po 20 db tak długo, aż pozostałość znajdzie się w ramach tabeli. Powtarzając przykład za katalogiem G. R., mamy znaleźć cyfrę odpowiadającą + 49,2 db.

$$49{,}2 \text{ db} - 20 \text{ db} - 20 \text{ db} = 9{,}2 \text{ db}$$

9,2 decybelom odpowiada cyfra 2,88 (z tabeli). Na każde odjęcie 20 db mnożymy rezultat przez 10 i otrzymujemy ostatecznie

$$49{,}2 \text{ db} \sim 2{,}88 \times 10 \times 10 = 288 \text{ v/v}$$

Aby otrzymać stosunek mocy odpowiadający 49,2 decybelom, podnosimy rezultat napięciowy do kwadratu:

$$49{,}2 \text{ db} \sim 288^2 = 82900 \text{ w/w.}$$

Dla straty t.j. np. — 49,2 db, postępujemy podobnie:

$$-49{,}2 \text{ db} + 20 \text{ db} + 20 \text{ db} = -9{,}2 \text{ db}$$

— 9,2 decybelom odpowiada cyfra 0,347 (z tabeli). Na każde dodane 20 db, dzielimy teraz przez 10 i otrzymujemy:

$$-49{,}2 \text{ db} \sim 0{,}347 : 10 : 10 = 0{,}00347 \text{ v/v.}$$

Stosunek mocy otrzymamy podnosząc rezultat do kwadratu:

$$-49{,}2 \text{ db} \sim 0{,}000012 \text{ w/w.}$$

Wyniki dla — 49,2 db otrzymujemy także z tabeli dla dodatnich decybeli, rozwiązując dla + 49,2 db i pisząc odwrotność (najlepiej z suwaka) jako ostateczny rezultat.

Redaktor naczelny Wacław Wagner. Komitet redakcyjny:
inż. Jerzy Borecki, inż. Mieczysław Flisak, mgr Aleksandra Gradowska, inż. Kazimierz Lewiński

Nakład 12.000, format A-4, objętość 2 arkusze, papier ilustracyjny kl. V 90 gr.

Wydawca: Biuro Wydawnictw Polskiego Radia.

Adres Redakcji: Warszawa, Al. Stalina 21; **Administracji:** Warszawa, Noakowskiego 20.

Druk. Ludowej Spółdzielni Wydawniczej, nr. 2, Warszawa.

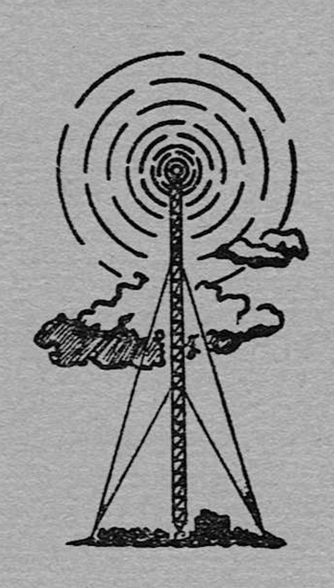
B-110402

ZYSK

dB	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0,	1,00	1,01	1,02	1,04	1,05	1,06	1,07	1,08	1,10	1,11
1,	1,12	1,14	1,15	1,16	1,18	1,19	1,20	1,22	1,23	1,25
2,	1,26	1,27	1,29	1,30	1,32	1,33	1,35	1,37	1,38	1,40
3,	1,41	1,43	1 45	1,46	1,48	1,50	1,51	1,53	1,55	1,57
4,	1,59	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,76
5,	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,97
6,	2,00	2,02	2,04	2,07	2,09	2,11	2,14	2,16	2,19	2,21
7,	2,24	2,26	2,29	2,32	2,34	2,37	2,40	2,43	2,45	2,48
8,	2,51	2,54	2,57	2,60	2,63	2,66	2,69	2,72	2,75	2,79
9,	2,82	2,85	2,88	2,92	2,95	2,99	3,02	3,06	3,09	3,13
10,	3,16	3,20	3,24	3,27	3,31	3,35	3,39	3,43	3,47	3,51
11,	3,55	3,59	3.63	3,67	3,72	3,76	3,80	3,85	3,89	3,94
12,	3,98	4,03	4,07	4,12	4,17	4,22	4,27	4,32	4,37	4,42
13,	4,47	4,52	4,57	4,62	4,68	4,73	4,79	4,84	4,90	4,95
14,	5,01	5,07	5,13	5,19	5,25	5,31	5,37	5,43	5,50	5,56
15,	5,62	5,69	5,75	5,82	5,89	5,96	6,03	6,10	6,17	6,24
16,	6,31	6,38	6,46	6,53	6,61	6,68	6,76	6,84	6,92	7,00
17,	7,08	7,16	7,24	7,33	7,41	7,50	7,59	7,67	7,76	7,85
18,	7,94	8,04	8,13	8,22	8,32	8,41	8,51	8,61	8,71	8 81
19,	8,91	9,02	9,12	9,23	9,33	9,44	9,55	9,66	9,77	9,89
20,	10,0									

STRATA

dB	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0,	1,000	0,989	0,977	0,966	0,955	0,944	0,933	0,923	0,912	0,902
1,	0,891	0,881	0,871	0,861	0,851	0,841	0,832	0,822	0,813	0,804
2,	0,794	0,785	0,776	0,767	0,759	0,750	0,741	0,738	0,724	0,716
3,	0,708	0,700	0,692	0,684	0,676	0,668	0,661	0,653	0,646	0,638
4,	0,631	0,624	0,617	0,610	0,603	0,596	0,589	0,582	0,575	0,569
5,	0,562	0.556	0,550	0,543	0,537	0,531	0,525	0,519	0,513	0,507
6,	0,501	0,495	0,490	0,484	0,479	0,473	0,468	0,462	0,457	0,452
7,	0,447	0,442	0,437	0,432	0,427	0,422	0,417	0,412	0,407	0,403
8,	0,398	0,394	0,389	0,385	0,380	0,376	0,372	0,367	0,363	0,359
9,	0,355	0,351	0,347	0,343	0,339	0,335	0,331	0,327	0,324	0,320
10,	0,316	0,313	0,309	0,306	0,302	0,299	0,295	0,292	0,288	0,285
11,	0,282	0,279	0,275	0,272	0,269	0.266	0,263	0,260	0,257	0,254
12,	0,251	0,248	0,246	0,243	0,240	0,237	0,234	0,232	0,229	0,226
13,	0,224	0,221	0,219	0,216	0,214	0,211	0,209	0,207	0,204	0,202
14,	0,200	0,197	0,195	0,193	0,191	0,188	0,186	0,184	0,182	0,180
15,	0,178	0,176	0,174	0.172	0,170	0,168	0,166	0,164	0,162	0,160
16,	0,159	0,157	0,155	0,153	0,151	0,150	0,148	0,146	0,145	0,143
17,	0,141	0,140	0,138	0,136	0,135	0,133	0,132	0,130	0,129	0,127
18,	0,126	0,124	0,123	0,122	0,120	0,119	0,117	0,116	0,115	0,113
19,	0,112	0,111	0,110	0,108	0,107	0.106	0,105	0,104	0,102	0,101
20,	0,100									



Druk. Ludowej Spółdzielni Wydawniczej nr 2 — Warszawa, Skolimowska 5.